



[Home](#) › [Tools](#) › [Babel Fish Translation](#) › [Translated Text](#)

## Babel Fish Translation

### In English:

Silicates mi [ SiO4]-Tetraedern in even nets, Blatterstrukturen

Search the web with this text

### Translate again - Enter up to 150 words

Silikate mi [SiO4]-Tetraedern in ebenen  
Netzen, Blatterstrukturen

Use the [World Keyboard](#) to enter accented or Cyrillic characters.

German to English

Translate

**Sponsored Matches** [About](#) [Become a sponsor](#)

#### Tour Germany with Smithsonian Journeys

Smithsonian Journeys provides expert guides with programs to fit your interests.  
From luxury accomodations to value priced learning vacations. Enjoy tours,  
cruises and adventure travel.

[www.smithsonianjourneys.com](http://www.smithsonianjourneys.com)

### Add Babel Fish Translation to your site.

**Tip:** Compare the translation with the original by clicking the "View  
Original Language" link on a translated web page.



[Help](#)

#### Global Services

[Calling Cards](#)

[World Travel](#)

[Language School](#)

[Cellular Phones](#)

[Learn German](#)

[Germany Travel](#)

[Business Services](#)

[Submit a Site](#)

[About AltaVista](#)

[Privacy Policy](#)

[Help](#)

© 2004 Overture Services, Inc.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Stilpnomelan,  $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K}, \text{H})(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_8[\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{10.5}\text{O}_{36}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Triklin;  $a = b = 21.72$ ,  $c = 17.74$  Å,  $\alpha, \beta, \gamma = 124^\circ, 96^\circ, 120^\circ$ ,  $Z = 6$ . – Blätterige, auch stengelige, faserige bis dichte Aggregate. #  $(001)$  vollk.  $H = 3$ ,  $D = 2.8-3$ . Starker Glasgl. Schwarz bis grünlichschwarz,  $n\beta$  wechselt stark (1.58–1.73),  $\Theta$ . Von Säuren langsam zersetzt. – Obergrund bei Zuckmantel; Horni Benešov (Bennisch) und Sternberk in Mähren; Weilburg, Lahn; Nordmarken in Wermland.

### Abteilung E. Phyllosilikate

(Silikate mit  $[\text{SiO}_4]$ -Tetraedern in ebenen Netzen, „Blätterstrukturen“).

Diese Abteilung vereinigt eine große Anzahl von Silikaten, die alle durch „Schichtgittereigenschaften“ (basale # vollkommen, Translationsfähigkeit in der Basis, fast immer optisch negativer Charakter usw.) ausgezeichnet sind. Man kann in der Hauptsache eine tetragonale (pseudotetragonale), wenig verbreitete Unterabteilung und eine hexagonale (bzw. meist pseudohexagonale), sehr artenreiche unterscheiden. Die erste umfaßt Apophyllit nebst Verwandten, die zweite die glimmerähnlichen Mineralien im weitesten Sinn. Die Trennung in Silikate ohne und mit tetraederfremden Anionen ist wie sonst durchführbar, aber hier nicht zweckmäßig.

#### a. Silikate mit tetragonalen oder pseudotetragonalen Blattstrukturen:

Die hier angeführten Strukturen haben enge Beziehungen zu den S. 705 erwähnten Viererlingen.

a) Das wichtigste Beispiel, Apophyllit,  $\text{KCa}_4[\text{F}](\text{Si}_4\text{O}_{10})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , hat eine recht komplizierte, noch nicht ganz gesicherte Struktur, deren Blattentwicklung //  $(001)$  Abb. 225 zeigt; die Spaltbarkeit nach  $(001)$  ist klar verständlich; engere Beziehungen zu den Zeolithen, die man früher vermutete, bestehen nicht.

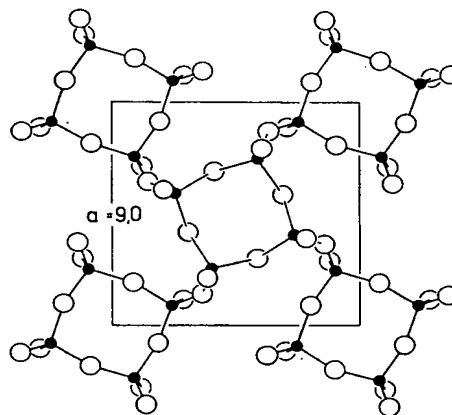


Abb. 225. Struktur von Apophyllit.

#### Apophyllit. $\text{KCa}_4[\text{F}](\text{Si}_4\text{O}_{10})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

Tetragonal,  $D_{4h}^{62}$ -P4/mnc;  $a, c = 9.0, 15.8$  Å,  $a : c = 1 : 1.755^1$ ,  $Z = 2$ . – XX fast stets aufgewachsen, mit dipyramidalem, prismatischem, auch tafeligem und würfeligem Habitus. Charakteristische Kombination:  $m\{110\}$  mit  $d\{101\}$ ; daneben häufig  $c\{001\}$  und  $\{210\}$ . Das gleichzeitige Auftreten von  $\{110\}$  und  $\{210\}$  erzeugt vertikale Streifung und Rundung; auch sonst sind die Flächen oft rauh und

<sup>1</sup> Gegenüber der früheren morphologischen Orientierung um  $45^\circ$  gedreht.

uneben. Blätterige, schalige sowie körnige Aggregate. Zum Teil anscheinend orthorhombisch, mit Zwillingsbau um  $c [001]$ .

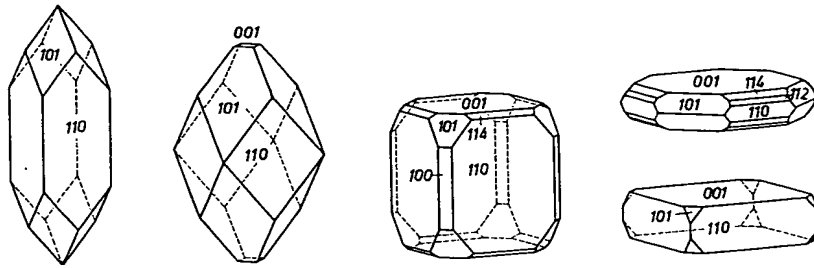


Abb. 226. Apophyllit-Kristalle (Aufstellung entsprechend der Struktur).

#  $(001)$  sehr vollk. Br. uneben; spröde.  $H = 4\frac{1}{2}$ –5,  $D = 2.3$ –2.4. Auf der Basis ausgezeichneter Perlmg. und eigentümlicher, charakteristischer Lichtschein (daher „Ichthyophthalm“ = Fischeaugenstein). Durchs. bis durchscheinend. Farblos, weiß, rötlich- und gelblichweiß; rosenrot, auch braun und lichtgrünlich. Doppelbrechung sehr gering, meist  $\oplus$ , aber auch  $\ominus$ , sogar im selben X.  $n \sim 1.536$ . Oft opt. anomal und zweiachsig.

Das Wasser geht beim Erhitzen zunächst bis etwa zur Hälfte kontinuierlich weg, der Rest bei etwa  $250^\circ$ ; dieser wird auch nicht wieder aufgenommen. – Blättert sich v. d. L. auf ( $\alpha\pi\omicron\phi\upsilon\lambda\lambda\epsilon\iota\nu$  = abblättern) und schmilzt unter Aufblähen zu weißem Glas. Mit Salzsäure wird das Pulver unter Abscheidung von Kieselgallerte leicht zersetzt.

**Vorkommen.** 1. Auf Blasenräumen basaltischer und verwandter Gesteine: z. B. auf den Faröer und auf Island, Insel Skye, Siebengebirge, Sasbach am Kaiserstuhl, Haslach in Baden, Böhmisches Mittelgebirge (z. B. Aussig), Fassatal und Seiseralp; Das-Antas-Tunnel, Rio Grande do Sul, Brasilien (große XX); prachtvolle grüne XX von Poonah in Ostindien; in den „Trapp“-decken von New Jersey (Bergen Hill, Paterson). – 2. Auf Erzgängen zu St. Andreasberg (schöne rosarote XX), Kongsberg, Guanajuato, New Almadén; Mazé in Echigo. – 3. Auf Zerrklüften vieler Lagerstätten: Sulitelma, Oravica, Broken Hill (Australien). – Fast stets in Paragenese mit Zeolithen.

**Cuprorivait**,  $\text{CaCu}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ . Tetragonal,  $D_{4h}^8$ -P4nnc;  $a, c = 7.30, 15.12 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ . – Basale Plättchen in Aggregaten; #  $(001)$ .  $H \sim 5$ ,  $D = 3.09$ .  $n \epsilon, \omega = 1.590, 1.633$ , sehr stark pleochroitisch:  $\epsilon$  blaßgelb,  $\omega$  blau. – Vesuv.

**Gillespit**,  $\text{BaFe}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ . Isotyp mit Cuprorivait;  $a, c = 7.49, 16.05 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ . – Rote schuppige Massen.  $D = 3.33$ .  $n = 1.620$ ,  $\oplus$ . – Dry Deltas, Alaska.

**Dalyit**,  $\text{K}_2\text{ZrSi}_6\text{O}_{15}$ . Triklin,  $C_1^1$ -P1;  $a, b, c = 7.51, 7.73, 7.00 \text{ \AA}$ ,  $\alpha, \beta, \gamma = 106^\circ, 113\frac{1}{2}^\circ, 99\frac{1}{2}^\circ$ ,  $Z = 1$ . – Kurz prismatische XX, #  $(101)$  und  $(010)$  gut,  $H = 7\frac{1}{2}$ ,  $D = 2.84$ . Farblos;  $n \alpha, \beta, \gamma = 1.575, 1.590, 1.601$ ;  $2V \sim 72^\circ$ ,  $\ominus$ . – Aus Alkaligesteinen, Ascension Insel, Atlantik.

**Sanbornit**,  $\text{Ba}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ . Orthorhombisch,  $D_{2h}^{16}$ -Pmcn;  $a, b, c = 7.69, 4.63, 13.63 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ . – Weiß;  $n \alpha, \beta, \gamma = 1.597, 1.616, 1.624$ . – Kontaktbildung; Mariposa Co., Cal.

**Fenaksit**,  $\text{KNaFe}[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . Triklin;  $a, b, c = 6.97, 8.18, 9.97 \text{ \AA}$ ,  $\alpha, \beta, \gamma = 105^\circ 04', 98^\circ 58', 114^\circ 40'$ ,  $Z = 2$ . – Zwei Spaltbarkeiten.  $H = 5$ – $5\frac{1}{2}$ ,  $D = 4.72$ . Lichtrosa;  $n \alpha, \beta, \gamma = 1.541, 1.560, 1.567$ ;  $\oplus$ . – Aus einem Pegmatit, USSR.

**Natrosilit**,  $\text{Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ . Monoklin,  $C_{2h}^5$ - $P2_1/a$ ;  $a, b, c = 12.30, 4.88, 8.27 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 104^\circ 14'$ ,  $Z = 4$ ,  $D_x = 2.51$ . – Pseudohexagonale dicktafelige XX, bis  $6 \times 6 \times 4 \text{ cm}$  groß, # (100) glimmerartig. Farblos;  $n_\alpha, \beta, \gamma = 1.507, 1.517, 1.521$ ,  $2V \sim 56^\circ$ ,  $\Theta$ ,  $r < v$ . – Mit Natrolith, Lomonossowit, Ussingit u. a., Mt. Karna Surt, Lovozero, Kola.

**Kanemit**,  $\text{Na}_2\text{H}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Orthorhombisch,  $D_{2h}^7$ - $Pnmb$ ;  $a, b, c = 7.28, 20.51, 4.96 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ ,  $D_x = 1.93$ . – Sphärolithische Aggregate, bis 2 mm groß, # (010) vollkommen, (100) gut;  $H = 4$ . Farblos;  $n_\alpha, \beta, \gamma = 1.451, 1.470, 1.478$ ,  $2V = 46^\circ$ ,  $\Theta$ . – Mit Gaylussit in Trona, Kanem-Region, Tschadsee, Afrika.

#### b. Silikate mit glimmerartigen Blattstrukturen:

Die Grundlage dieser Strukturen bilden zweidimensional unendliche Netze  $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$ , in denen die freien Valenzen der Tetraeder im Einzelnetz immer nach einer Seite gerichtet sind, mit  $a \sim 5.2$ ,  $b \sim 9.2$ ,  $c \sim 7.1 \text{ \AA}$  (Abb. 228, oben). Derartige Einzelnetze besitzen die Kaolin- und Halloysitminerale.

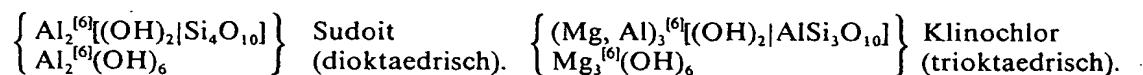
a) Im Pyrophyllit und Talk werden die freien Valenzen zweier entgegengesetzt gerichteter Einzelnetze durch  $\text{Al}^{3+}$  bzw.  $\text{Mg}^{2+}$  zusammengehalten, so daß feste Doppelnetze entstehen, die wir als Pyrophyllitschicht bezeichnen; zusätzliches OH innerhalb der Schicht ermöglicht oktaedrische Koordination  $\text{AlO}_4(\text{OH})_2$  bzw.  $\text{MgO}_4(\text{OH})_2$ . Von den oktaedrischen Koordinationszentren sind im Pyrophyllit  $\frac{2}{3}$  mit  $\text{Al}^{[6]}$  (dioktaedrisch), im Talk alle  $\frac{1}{3}$  durch  $\text{Mg}^{[6]}$  (trioktaedrisch) besetzt (Abb. 227 a und 228). Die Pyrophyllit- und Talk-Schichten,  $\text{Al}_2^{[6]}[(\text{OH})_2|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  und  $\text{Mg}_3^{[6]}[(\text{OH})_2|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ , sind valenzmäßig in sich abgesättigt und an die nächstfolgende Schicht nur durch van der Waals'sche Kräfte schwach gebunden; meist ist  $c \sim 2 \cdot 9.2 \text{ \AA}$ .

b) In den Glimmern wird innerhalb einer Pyrophyllitschicht  $\frac{1}{4}$  der  $\text{Si}^{4+}$ -Ionen durch  $\text{Al}^{3+}$ -Ionen in der 4er-Koordination ersetzt und das damit bedingte Ladungsdefizit durch Eintritt von  $\text{Na}^{1+}$ ,  $\text{K}^{1+}$  etc. ausgeglichen: Muskovit  $\text{K}^{[12]}\text{Al}_2^{[6]}[(\text{OH})_2|\text{Al}^{[4]}\text{Si}_3\text{O}_{10}]$ , Biotit  $\text{K}^{[12]}(\text{Mg}, \text{Fe})_3^{[6]}[(\text{OH})_2|\text{Al}^{[4]}\text{Si}_3\text{O}_{10}]$ . Die Alkaliionen befinden sich zwischen den Schichtpaketen in 12er-Koordination (Abb. 227 b, 229). – In den Sprödglimmern werden pro Formeleinheit 2  $\text{Si}^{4+}$  durch 2  $\text{Al}^{3+}$  ersetzt und der Ladungsausgleich durch  $\text{Ca}^{2+}$  bewirkt: Margarit  $\text{Ca}^{[12]}\text{Al}_2^{[6]}[(\text{OH})_2|\text{Al}_2^{[4]}\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ . – Meist ist  $c \sim 2 \cdot 10.0 \text{ \AA}$ .

In den Glimmern kann (K, Na) durch Verwitterung herausgelaut und formal ( $\text{K}^{1+} + \text{OH}^{1-}$ ) durch das gleichgroße ( $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ ) ersetzt werden: Hydroglimmer. Diese leiten ohne feste Grenze zu den quellfähigen Montmorilloniten – Saponiten über.

c) Die Montmorillonit-Saponit-Mineralien haben im Prinzip gleiche Schichten wie Pyrophyllit und Muskovit, jedoch mit einer geringen elektronegativen Überschußladung. Dadurch wird offenbar eine gewisse Abstoßung und feinste Aufbläuerung bewirkt, so daß zwischen diese Schichten leicht Wasser eintreten kann, das meist um zusätzliche (nicht allzugroße) Kationen koordiniert ist (Abb. 227 c). Beim Erhitzen wird dieses „Quellungswasser“ allmählich oder unter Aufblähen (wurmförmig, daher Vermiculit) wieder abgegeben.  $c$  ändert sich mit Aufnahme und Abgabe des Quellungswassers,  $a$  und  $b$  bleiben unverändert.

d) Die Sudoit- und Chlorit-Mineralien leiten sich strukturell von den Glimmern dadurch ab, daß zwischen je zwei Pyrophyllit- oder Muskovitschichten eine Gibbsschicht  $\text{Al}(\text{OH})_3$  oder eine Brucitschicht  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  eingelagert wird:



In der Natur gehen die Chlorite auf diese Weise häufig aus den Glimmern hervor. Die Abmessungen von  $a$  und  $b$  sind wie bei Pyrophyllit und Muskovit,  $c$  ist jedoch beträchtlich vergrößert (Abb. 227 d).

e) Die Kaolin-Serpentin-Mineralien besitzen keine Tetraederdoppelnetze, sondern einfache  $\text{Si}_4\text{O}_{10}$ -Netze, die alle mit den freien Valenzen in die gleiche Richtung weisen, also polar angeordnet sind. Die oktaedrische Koordination von Al und Mg kommt jetzt dadurch zustande, daß zu zwei Sauerstoffen (der Tetraederspitzen) 4 OH hinzutreten, wodurch einfache abgesättigte Schichten  $\text{Al}_4^{[6]}[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}] = \text{Kaolinit}$  (dioktaedrisch)

und  $\text{Mg}_6^{[6]}[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}] = \text{Serpentin (trioctaedrisch)}$  entstehen. Die Werte von  $a$  und  $b$  sind wie bisher 5.2 bzw. 9.0 Å,  $c$  ist jedoch nur 7.1 Å (Abb. 227 e, 234). – Die Pauschalformel für Serpentin entspricht der Chloritformel.

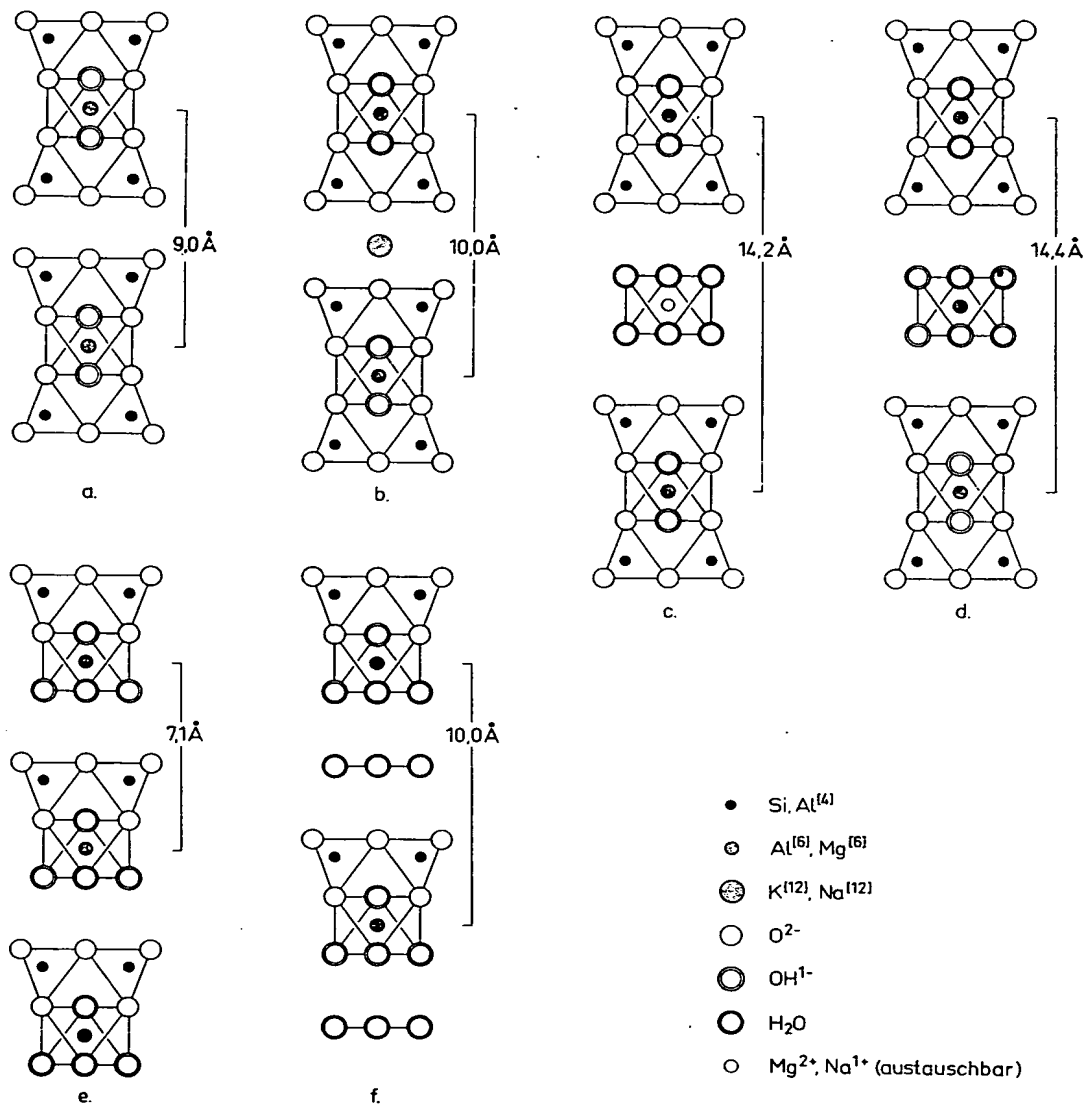


Abb. 227. Strukturschemata der Phyllosilikate. a. Pyrophyllit-Talk; b. Muskovit-Biotit; c. Montmorillonit-Saponit; d. Sudoit-Chlorit; e. Kaolinit-Serpentin; f. Halloysit.

Vom Serpentin gibt es zwei Texturvarietäten, den Antigorit oder Blätterserpentin mit der mehr oder minder idealen bzw. wellblechartig deformierten Blattstruktur und den Chrysotil oder Faserserpentin mit zylindrisch eingerollten Antigoritschichten. Die Chrysotil-Fasern haben innen meist einen hohlen Kanal, der gerade die Grenze der elektronenmikroskopischen Sichtbarkeit erreicht. In einigen Fällen fehlt der Kanal, die Röhre hat einen spiraligen Querschnitt. Jedenfalls ist die Zugfestigkeit dieser Röhren enorm. – Übrigens kommt auch bei den Kaoliniten Röllchentextur nicht selten vor.

f) Die Halloysite  $\text{Al}_4[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10} \cdot n \text{H}_2\text{O}]$  sind durch Wasser expandierte Kaolinite (Abb. 227 f), mit irreversibler Entwässerung, zum Unterschied von den Montmorillonit-Saponit-Mineralien.

Die Mineralien mit glimmerartigen Blattstrukturen können hinsichtlich der regelmäßigen Übereinanderlagerung gleicher Einzelnetze oder gleicher Doppelnetze – man spricht von Stapelung der Schichten (engl. stacking of the layers) – gewisse Strukturvarianten oder Polytypien (polytypes) erzeugen: **2 M-Strukturen**, d. h. mit Schichtfolge 121212... ( $c \sim 2 \times 10 \text{ Å}$ ) und monokliner Symmetrie ( $C_{2h}^6-C2/c$ ) besitzen im allgemeinen die dioktaedrischen Phyllosilikate Pyrophyllit, Muskovit, Margarit, Hydromuskovit und deren Verwandte. – **1 M-Strukturen**, d. h. mit der Schichtfolge 111... ( $c \sim 1 \times 10 \text{ Å}$ ) und monokliner Symmetrie ( $C_{2h}^3-C2/m$ ) besitzen im allgemeinen die trioktaedrischen Phyllosilikate Phlogopit, Biotit, Zinnwaldit, Xanthophyllit, Hydrobiotit usw. – Es gibt aber auch Muskovit-1 M mit der Schichtfolge 111... ( $c \sim 10 \text{ Å}$ ) und monokliner Symmetrie ( $C_{2h}^3-C2/m$ ) sowie Muskovit-3 T und Biotit-3 T mit 123123123... ( $c \sim 3 \times 10 \text{ Å}$ ) und trigonaler Symmetrie ( $D_3^3-P3_112$ ). Lepidolith hat 1 M-Struktur wenn  $\text{Li}_2\text{O}$  kleiner 6 % ist, und 2 M- oder 3 T-Struktur, wenn  $\text{Li}_2\text{O}$  größer 6 % ist. – Bei dem Serpentinmineral Cronstedtit sind 7 Polytypes mit 1, 2, 3, 6 und 9 Schichten mit  $c \sim 7, 14, 21, 42, 63 \text{ Å}$  bekannt geworden.

#### a) Pyrophyllit-Talk-Gruppe.

##### Pyrophyllit. $\text{Al}_2(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ .

Monoklin,  $C_{2h}^6-C2/c$ ;  $a, b, c = 5.15, 8.92, 18.59 \text{ Å}$ ,  $\beta = 99^\circ 55'$ ,  $Z = 4$ . Struktur Abb. 228. – Nach (001) tafelige XX, die zu groben, wirrstrahligen bis fächerförmigen Aggregaten verwachsen sind. Auch derb in ganz dichten, dem Speckstein ähnlichen Massen.

# (001) glimmerartig vollk., mit Perlmggl., biegsam und mild fettig anzufühlen. Durchscheinend.  $H = 1\frac{1}{2}$ ,  $D = 2.8$ . Silbrigweiß, gelblich, grünlichweiß und apfelgrün;  $n_\alpha, \beta, \gamma = 1.552, 1.588, 1.600$ ;  $\alpha = c$ ,  $2V \sim 58^\circ$ ,  $\ominus$ .

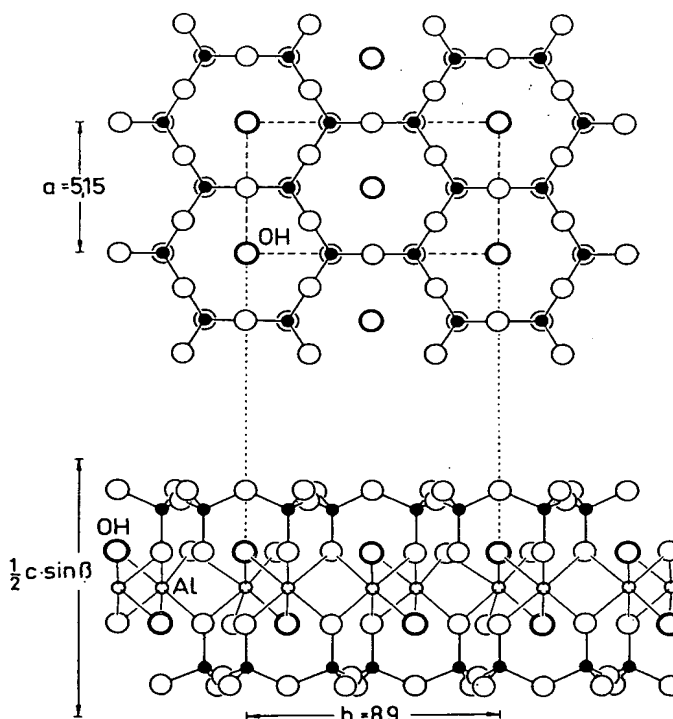


Abb. 228. Struktur von Pyrophyllit.

Gibt erst beim Glühen Wasser ab. – V. d. L. sich fächer- und wurmförmig aufblättern, ohne zu schmelzen. In Schwefelsäure schwierig zersetzbar.

Man unterscheidet zwei Ausbildungsarten:

1. Die grobstrahligen und blätterigen Aggregate, sehr mild und zerbrechlich; dem blätterigen Talk, auch Margarit ähnlich. Fundorte unten.
2. Das derbe dichte Aggregat mit unebenem, mattem bis schimmerndem Bruch, kantendurchscheinend, dem dichten Talk ähnlich. Meist lagenartig in kristallinen Schiefern und z. T. aus Kyanit entstanden; gelegentlich auf gewissen Erzgängen. Ochsenkopf bei Bockau in Sachsen; China; Săcăramb (Nagyág) und Banská Štiavnica (Schemnitz). In China wird Pyrophyllit zu Bildschnitzereien verwendet („Agalmatolith“); zur Diamantsynthese als Futtermaterial der Höchstdruckzellen.

*Auf Quarzgängen in kambrischen Schiefern der Gegend von Malmedy und Spa aufsetzend, so bei Recht in der Eifel, Ottré in den luxemburgischen Ardennen; unter ähnlichen Verhältnissen auch von Beresowsk im Ural. Bei Strehlen in Schlesien auf einem Granitgang; ähnlich neben Zinnstein von Cáceres, Spanien. Auch auf Quarzlinsen in kristallinen Schiefern, z. B. bei Zermatt. – Verbreiteter als früher angenommen. Technisch wichtige Vorkommen: Hirvivaara, N-Finnland; Fukue-Insel bei Nagasaki; S-Afrika.*

#### **Talk. Steatit. $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ .**

Monoklin,  $C_{2h}^6$ -C2/c;  $a, b, c = 5.27, 9.12, 18.85 \text{ \AA}$ ,  $\beta \sim 100^\circ$ ,  $Z = 4$ . – Gut entwickelte XX sind selten, bildet meist Aggregate von blätteriger, schaliger, seltener stengeliger Textur und zuweilen mit hexagonalen oder orthorhombischen Umrissen der einzelnen Plättchen; häufig derb in dichten oder sehr feinschuppigen, öfters nierenförmigen Massen.

Die blätterigen und grobschuppigen Aggregate sind ausgezeichnet #, perlmutterglänzend, biegsam und zeigen in optischer und sonstiger Beziehung große Analogien zu den Glimmern. Der dichte Talk hat unebenen bis splitterigen Br. Sehr mild, fettig anzufühlen und abfärbend.  $H = 1$ ,  $D = 2.7\text{--}2.8$ . Durchs. bis undurchs. Bei grobkristalliner Ausbildung lichtapfelgrün bis nahezu farblos; in dichten Aggregaten als Speckstein weiß, grau, gelb, rötlich, braun. Die Schlagfigur auf den Plättchen ist drei- oder sechsstrahlig, parallel einer Schlaglinie verläuft die A.-E.;  $\alpha$  steht sehr nahe senkrecht auf den Plättchen.  $n_\alpha, \beta, \gamma \sim 1.539, 1.589, 1.590$ ;  $2V = 0\text{--}30^\circ$ ,  $\ominus$ .

V. d. L. fast unschmelzbar, blättert sich auf, leuchtet stark und erlangt dabei  $H = 6$ . Von den gewöhnlichen Säuren nicht zersetzt.

*Gesteinsbildend in der Epizone der kristallinen Schieferreihe, oft aus Ultrabasiten entstanden, Zöblitz in Sachsen, Lampersdorf bei Frankenstein in Schlesien, Zöptau in Mähren, Zillertal in Tirol, am St. Gotthard bei Hospental XX, in Piemont, Briançon in Frankreich, Gudbrandsdalen, Norwegen. China; Canada; Barberton, Transvaal. Ein besonderes Vorkommen sind die „Sköl“ genannten steatitischen Partien auf schwedischen Erzlagerstätten, z. B. von Falun und Sala.*

Meist sekundär aus der Umwandlung von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -freien oder -armen Mineralien hervorgegangen, wie Olivin, Enstatit, Strahlstein, Salit usw. Doch auch durch Umwandlung aus Dolomit entstanden, dahin das interessante Vorkommen von Göpfersgrün im Fichtelgebirge, wo auch die bekannten Pseudomorphosen von Speckstein nach Quarz auftreten. – Findet technische Anwendung zur Herstellung von Toilettenpulvern, als Füllmasse von Papier und Zusatz zu Seifen und Appreturen; die dichten Specksteine zu feuerfesten Formkör-



pern, z. B. Schnittbrennern von Azetylenlampen, Hochspannungsisolatoren usw. Als Topfstein zum Bau von elektrischen Heizapparaten und Öfen (Graubünden).

**Willemseit**,  $(\text{Ni}, \text{Mg})_3[(\text{OH})_2|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ . Ni-Analogon von Talk;  $a, b, c = 5.32, 9.15, 18.99 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 99^\circ 57'$ ,  $D_x = 3.35$ . – Lichtgrün,  $H = 2$ ;  $n_\alpha, \beta, \gamma = 1.600, 1.652, 1.655$ ,  $2V = 27^\circ$ ,  $\odot$ . – Mit Nimit etc., Barberton, Transvaal.

**Minnesotait** ist ein Talk mit überwiegend  $\text{Fe}^{2+}$  statt Mg.  $D = 3.01$ . Feine Schüppchen, farblos bis grün;  $n_\alpha, \gamma = 1.592, 1.623$ ,  $2V$  klein,  $\odot$ . – Reichlich in der „Iron-Formation“, Mesabi und Cuyuna Range, Minnesota.

#### b) Glimmer-Familie.

In den physikalischen Eigenschaften herrscht große Übereinstimmung. Alle Glimmer sind nach  $(001)$  höchst vollkommen spaltbar (beste überhaupt bekannte Spaltbarkeit!), die Spaltplättchen elastisch biegsam. Andere Kohäsionsminima lassen sich durch Schlag und Druck nachweisen. Durch kurzen Schlag mit scharfer Nadel entsteht auf  $(001)$  ein sechsstrahliger Stern als Schlagfigur, dessen Strahlen // den Kanten nach  $(110)$  und (der „Leitstrahl“) nach  $(010)$  liegen. Durch langsamen Druck werden Risse in sternförmiger Anordnung erzeugt, die die Winkel der Schlagfigur etwa halbieren. Die Ritzhärte ist entsprechend dem Gitterbau stark richtungsverschieden; bei den eigentl. Glimmern auf  $(001)$  etwa 4, auf  $(110)$  etwa  $2\frac{1}{2}$ , bei Sprödglimmern 6 bzw.  $3\frac{1}{2}$ .

Die Glimmer liefern in ihren Spaltplättchen ein bequemes Material zur Beobachtung der Interferenzfiguren und der sonstigen optischen Verhältnisse. Alle Glimmer sind optisch negativ.  $\alpha$  steht fast genau senkrecht auf der Spaltfläche, die optische A.-E. dagegen verläuft parallel, seltener senkrecht zur Symmetrieebene  $(010)$ . Man unterscheidet danach Glimmer I. und II. Art, und zwar nennt man solche Glimmer I. Art, bei denen A.-E. senkrecht  $(010)$ , solche Glimmer II. Art, bei denen A.-E. parallel  $(010)$  verläuft. Durch den Leitstrahl der Schlagfigur ist die Orientierung jedesmal festzustellen. Der Winkel der optischen Achsen  $2V$  ist bei den verschiedenen Glimmern sehr verschieden, fast  $0^\circ$  beim Biotit,  $15^\circ$  beim Phlogopit,  $55-75^\circ$  bei den übrigen Glimmern.

Die Glimmer sind wegen ihres wesentlichen Anteils am Aufbau der mannigfachsten magmatischen Gesteine und kristallinen Schiefer, auch mancher Sedimentgesteine, überaus wichtige Mineralien. Sie sind teils aus dem Schmelzfluß entstanden, teils, wie in den Hornfelsen und Sericitschiefern usw., Produkte der Kontakt- und Tiefenmetamorphose sowie der pneumatolytischen und hydrothermalen Zersetzung. Erhebliche Mischbarkeit ist zwischen Muskovit und Biotit nicht vorhanden, viele Gesteine enthalten Muskovit und Biotit selbständig nebeneinander.

#### Muskovit-Reihe (dioktaedrisch):

**Paragonit**,  $\text{NaAl}_2[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ .  $C_{2h}^6-C2/c$ ;  $a, b, c = 5.15, 8.88, 19.28 \text{ \AA}$ ,  $\beta \sim 94^\circ$ . – Nur in feinschuppigen und dichten, sericitähnlichen Aggregaten, weiß oder apfelgrün mit Perlmgl. oder schimmernd.  $D = 2.8-2.9$ . Achsenwinkel in der Regel groß, aber auch optisch einachsig. – V. d. L. fast unschmelzbar, sich zuweilen aufblätternd. Säuren unwirksam. – Charakteristischer Bestandteil des Paragonitschiefers, damit das Muttergestein des Staurolith und Kyanit vom Monte Campione bei Faido im Tessin, des Strahlsteins am Zillertal in Tirol. Corundum Hill, Pa.; Insel Syra; Ural; auch vielfach anderswo.

#### Muskovit. $\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ .

Monoklin,  $C_{2h}^6-C2/c$ ;  $a, b, c = 5.19, 9.04, 20.08 \text{ \AA}$ ;  $a:b:c = 0.574:1:2.221$ ,  $\beta = 95^\circ 30'$ ;  $Z = 4$ . – XX ein- und aufgewachsen, selten gut meßbar, meist tafelig mit hexagonalem Umriß. Z. B. vom Ilmensee sind auch XX mit spitzpyramidalem Habitus bekannt. Gewöhnlichste Kombination:  $c\{001\}$  öfters fein gefältelt oder gestreift,  $m\{110\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $\mu\{\bar{1}11\}$ , selten treten hinzu  $\{011\}$ ,  $\{021\}$ ,  $\{\bar{1}31\}$ ,  $\{130\}$ . Zw. sehr häufig, gewöhnlich mit  $(001)$  als Verwachsungsfläche.

Muskovit findet sich öfters in regelmäßiger Verwachsung mit Biotit und anderen Glimmern. Aggregate blätterig rosettenartig, auch eigentümlich schalig, schuppig oder dicht. Letztere, z. T. von steatitartigem Aussehen, werden als Sericit bezeichnet. Häufig in Pseudomorphosen.

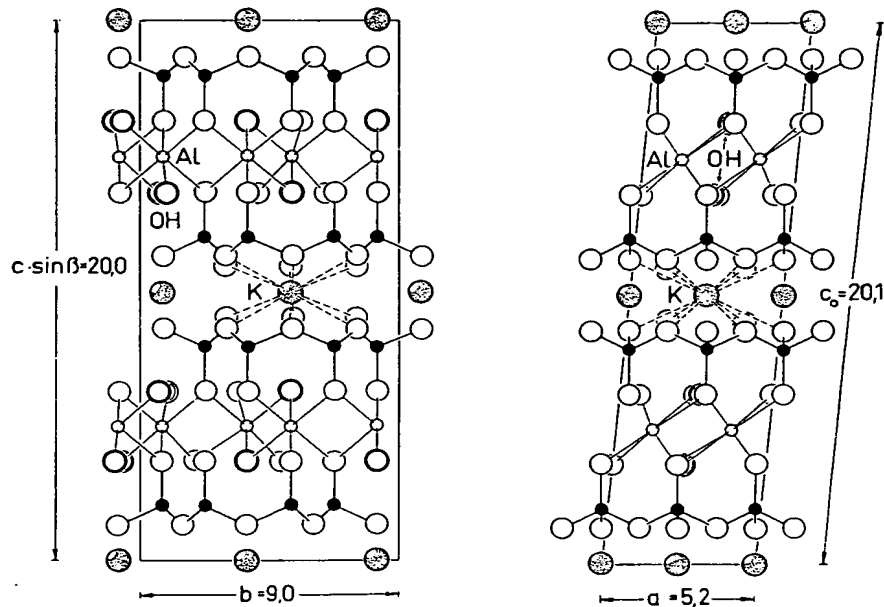


Abb. 229. Struktur von Muskovit.

# (001) höchst vollk. Durch tektonischen Druck hervorgerufene Zerknitterung infolge Translation nach (001) ist für die technische Verwendbarkeit sehr störend. Mild.  $H = 2-2\frac{1}{2}$ ,  $D = 2.78-2.88$ . Perlmggl. Farblos, gelblich, grünlich, rötlich. Glimmer I. Art,  $\alpha$  fast  $\perp$  (001);  $n \alpha, \beta, \gamma = 1.556, 1.587, 1.593$ ;  $2V \sim 40^\circ$ ,  $\ominus$ . – Durch feinste Einschlüsse zuweilen Asterismus. Oft findet sich in Muskovitplatten braun durchscheinender Magnetit ausgeschieden.

M. ist chemisch der eigentliche Kalitonerdeglimmer, dadurch gekennzeichnet, daß er fast nie Magnesia enthält. Die angegebene Formel gilt nur für die kiesel-säureärmeren Glieder mit ca.  $46 \text{ SiO}_2$ ; in den Phengiten ist  $\text{Al}^{(4)}$  z. T. durch Si ersetzt (bis  $52 \text{ SiO}_2$ ). Etwas K wird durch Na vertreten, wenig Al durch Fe. – V. d. L. ziemlich schwer zu einer grauen oder gelblichen Perle schmelzend; die gewöhnlichen Säuren sind unwirksam.

*Nach dem Biotit der gemeinste Glimmer. Auf seinen Lagerstätten teils primär, teils sekundär durch Umwandlung anderer Silikate entstanden. – Wesentlicher oder akzessorischer Gemengteil vieler Gesteine, in den Randpartien von Graniten, in Pegmatiten, Gneisen und Glimmerschiefern, in Hornfelsen, in Phylliten und Sericitgneisen, in Sandsteinen und losen Sanden. Auch in metamorphen Kalksteinen und Dolomiten, dagegen fehlt M. den vulkanischen Gesteinen vollständig. Aufgewachsen weit seltener: auf Klüften von Graniten und Gneisen mit Adular und Albit, wie am St. Gotthard, im Zillertal usw., zuweilen auch auf granitischen Drusen. Die großen aus Pegmatiten stammenden Tafeln finden vielfach technische Verwendung, so aus dem Ural, Nordamerika, namentlich aber aus Tansania (Uluguru)*

und Rhodesien (Miami Mica Field); Ostindien und Canada (nördlich Quebec und östlich Ontario); Mama Witim im Lenagebiet und Alice Springs, Australien.

Im Muskovit liegt eine sehr beständige und widerstandsfähige chemische Verbindung vor. Viele Silikate, Andalusit, Cordierit, Turmalin, Granat, Feldspäte und Feldspatvertreter gehen bei pneumatolytischer und hydrothormaler Zersetzung, auch bei Metamorphose in Muskovit über. Dagegen entsteht bei Verwitterung entweder Leverrierit ( $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) oder Kaolin. Manche dieser Bildungen sind früher mit besonderen Namen belegt, so Pseudomorphosen von M. nach Cordierit mit Pinit, Gigantolith, nach Nephelin mit Gieseckit und Liebenerit, nach Feldspäten mit Pinitoid und Lepidomorphit, nach Topas mit Gilbertit.

Der aus anderen Silikaten entstehende dichte bis feinschuppige Muskovit, von gelblich-grüner Farbe, seidenglänzend, heißt Sericit (s. o.); weil er sich fettig anfühlt, ist er viel mit Steatit verwechselt worden. Er ist verbreitet in den Kerngraniten der Alpen, in den sericitischen Schiefern älterer Formationen (z. T. im Taunus), verleiht diesen den eigentümlichen phyllitischen Glanz. Steatitähnliche dichte Muskovite besonderer Fundorte haben mannigfachste Namen erhalten.

Fuchsit (Chromglimmer), smaragd- bis grasgrün, ist ein chromhaltiger Muskovit; bildet derbe Aggregate, die sich bei der Umwandlung chromhaltiger Olivingesteine bilden.  $D = 2.85$ . Schwarzenstein in Tirol; Ural; in Guatemala zu Artefakten verwendet. Der Mariposit aus vielen Goldquarzen ist ihm praktisch gleich (weniger Cr, mehr Si).

Öllacherit aus dem Pfitschtal und von Franklin, N. J., ist Muskovit mit BaMg für KAl (bis 10 % BaO).

Roscoelith,  $\text{KV}_2[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ .  $C_{2h}^3$ -C2/m;  $a, b, c = 5.26, 9.09, 10.25 \text{ \AA}$ ,  $\beta \sim 101^\circ$ ,  $Z = 2$ . – Kleine Schuppen, die oft stern- oder fächerartig angeordnet sind. Dunkelolivfarbig bis grünlichbraun. – Auf schmalen Goldquarzadern im Porphy einer Goldgrube in El Dorado Co., Californien. In größerer Menge als Bestandteil eines grünen Sandsteins, gelegentlich von Carnotit begleitet, in San Miguel Co., Colorado, wo er bei einem Gehalt von 3.5–5.7 %  $\text{V}_2\text{O}_5$  vor Verwendung von Patronit, Carnotit und Descloizit als Vanadinerz gewonnen wurde.

Chernykhit,  $(\text{Ba}, \text{Na}, \text{K})_{<1} \text{V}_{1.4}^{3+,4+} \text{Al}_{0.6}[(\text{OH})_2|(\text{Al}_{1.7}\text{Si}_{2.3})\text{O}_{10}]$ . Ba-Analogon von Roscoelith;  $a, b, c = 5.29, 9.18, 20.02 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 95^\circ 41'$ ,  $Z = 4$ . – Plättchen bis 5 mm Durchmesser, # (001) vollkommen,  $H \sim 3$ ,  $D \sim 3.15$ . Oliv- bis dunkelgrün;  $n_\alpha, \beta, \gamma = 1.643, 1.691, 1.704$ ,  $2V \sim 12^\circ$ ,  $\ominus$ . – In Vanadin führenden paläozoischen Schiefern, NW-Karatau, Kasachstan.

Biotit-Reihe (trioktaedrisch):

**Phlogopit.**  $\text{KMg}_3[(\text{F}, \text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ .

Kristallographisch wie Biotit. Diesem gegenüber führt er stets Fluor, fast kein Eisen und kommt geologisch anders vor.

Oft auch in dickeren Tafeln durchs.  $D = 2.75\text{--}2.97$ . Rotbraun, braunrot (zuweilen ins Kupferfarbene), gelblich und grünlich und selbst farblos. Glimmer II. Art;  $n_\alpha = 1.534$ ,  $\beta \sim \gamma \sim 1.566$ ,  $2V = 5\text{--}10^\circ$ ,  $\ominus$ . Zuweilen deutlicher Asterismus.

Verhalten v. d. L. und gegen Säuren wie Biotit, aber stets Fluorreaktion. Manche angewitterten Phlogopite verhalten sich wie Vermiculit (s. u.).

*Pneumatolytisches und pegmatitisches Mineral. Vorkommen als Gemengteil in körnigen Kalken und Dolomiten der kristallinen Schiefer und des Kontakts. Pargas in Finnland, Åker in Schweden, Campolungo im Tessin, Fassatal. Californien, Colorado, S-Dakota, New York, New Jersey; mehrorts in Canada, z. B. Sydenham in Ontario (XX von  $1\frac{1}{2} \times 2 \times 5 \text{ m}$ ); ähnlich riesig aus Südmadagaskar; viel techni-*

*schen Phlogopit lieferte Ceylon. Ferner in manchen Serpentin und auf den Apatitgängen von Bamle in Norwegen. Das größte Vorkommen ist Slyudjanka, USSR.*

**Biotit.**  $K(Mg, Fe^{2+})_3[(OH)_2(Al, Fe^{3+})Si_3O_{10}]$ .

Monoklin,  $C_{2h}^3$ -C2/m;  $a, b, c = 5.31, 9.23, 10.18 \text{ \AA}$ ,  $a:b:c = 0.575:1:1.103$ ,  $\beta = 99^\circ 18'$ ,  $Z = 2$ . – XX ein- und aufgewachsen, gewöhnlich tafelig, mit hexagonalem oder rhomboedrischem Habitus; Biotit wurde deswegen, weil er zudem fast einachsigt ist, für rhomboedrisch gehalten. Gewöhnliche Kombination:  $c\{001\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $\mu\{\bar{1}11\}$ ,  $o\{112\}$ , dazu wohl  $r\{\bar{1}01\}$  und  $z\{132\}$ , seltener  $m\{221\}$ . Durch das Alternieren von  $\mu$  und  $o$  entsteht horizontale Streifung. Meßbare XX selten (Silikatauswürflinge der Somma). Biotit in Gesteinen bildet Tafeln mit scharf entwickeltem  $\{001\}$ , aber schlechter Randbegrenzung.

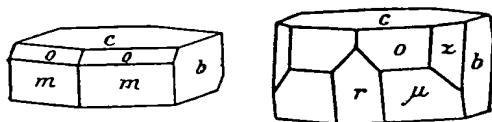


Abb. 230. Biotit.

#  $(001)$  höchst vollk. Mild.  $H = 2\frac{1}{2}$ –3,  $D = 2.8$ –3.2. Perlmggl., etwas metallisch. Durchscheinend bis undurchs. Dunkel gefärbt, dunkelbraun, dunkelgrün, schwarz. Fast immer Glimmer II. Art; diese werden *Meroxen* genannt zum Unterschied von den seltenen Biotiten I. Art, die als *Anomit* bezeichnet werden.  $\alpha$  fast senkrecht auf  $(001)$ ; selten ist eine Neigung  $\alpha:c$  bis  $9^\circ$ . 2 V meist klein, sehr oft fast  $0^\circ$ , selten bis  $33^\circ$ , Brechungsindizes mit Chemismus wechselnd;  $n_\alpha = 1.54$ –1.58,  $n_\beta \sim n_\gamma = 1.57$ –1.64;  $n_\gamma - \alpha = 0.03$ –0.07. Sehr kräftiger, vom Hellfarbigen fast bis zur Undurchsichtigkeit anwachsender Pleochroismus ( $\beta$  und  $\gamma$  dunkel,  $\alpha$  hell), zuweilen Asterismus.

Chemisch der eigentliche Magnesiaeisenglimmer. Die in der Überschrift angegebene Formel gilt nur für gewisse Biotite. Oft ist mehr Al vorhanden, dem dann immer in etwa gleichen Teilen ein Defizit an Mg und Si entspricht. MgO kann sehr weitgehend, ja fast ganz durch FeO,  $Al_2O_3$  durch  $Fe_2O_3$  ersetzt sein. Auch  $Mn^{2+}$  kann für Mg,  $Mn^{3+}$  für Al eintreten. Sehr eigentümlich ist ein Gehalt an  $Ti^{3+}$  (bis 12 % im „Wodanit“); er tritt für Al, vielleicht z. T. sogar für Mg ein, nicht, wie man früher annahm, für Si. Daneben etwas F für OH. Ca fehlt dagegen fast ausnahmslos. Der Wechsel der Zus. macht sich manchmal in gut entwickeltem Zonarbau erkennbar. Mit Muskovit sind orientierte Verwachsungen nicht selten. – V. d. L. (inkogruent!) zu schwarzem Glas schmelzbar, je dunkler der Biotit, um so leichter. Von Salzsäure nur wenig angegriffen, dagegen von heißer konzentrierter Schwefelsäure zersetzt.

*Gemeinster aller Glimmer. – Eingewachsen als wesentlicher oder akzessorischer Gemengteil der meisten magmatischen Gesteine, namentlich in Graniten („Granititen“), Glimmer-Syeniten und -Dioriten, in Porphyren und Trachyten, ebenso auch wichtig für Gneise und Glimmerschiefer. In Sedimenten tritt er wegen seiner leichten Verwitterung zurück, oder findet sich nur in stark ausgebleichtem Zustand, dagegen ist er häufig in kontaktmetamorphen Hornfelsen. – In gut ausgebildeten, aufgewachsenen XX in den Silikatauswürflingen der Somma, des Albaner Gebirges und des Laacher Sees.*

Außer dem schon oben charakterisierten *Meroxen*, dem weitaus herrschenden Biotit i. e. S. und dem *Anomit*, der nur durch andere Lage der Achsenebene von ihm abweicht und meist auf basische Magmagesteine beschränkt ist (Nephelindolerit vom Katzenbuckel; Alnö i. Schweden; Greenwood Fournace b. Monroe, N. Y.), unterscheidet man den hocheisenhaltigen und Mg-armen, tiefschwarzen *Lepidomelan*, Glimmer II. Art; häufig in Eläolithsyeniten. – *Monreplit* ist Fe-reicher Biotit, wahrscheinlich mit  $\text{Fe}^{3+}$  statt Al. – Als *Siderophyllit* ist ein Biotit ohne Mg nur mit Fe bezeichnet worden (Brooks Mountain, Alaska).

*Manganophyllit* ist ein Manganbiotit, bei dem im Extremfall die gesamte Mg-Menge durch  $\text{Mn}^{2+}$ , das Al durch  $\text{Mn}^{3+}$  ersetzt sein kann. Kupferrot bis tiefbraun. Glimmer II. Art;  $n\alpha = 1.554\text{--}1.622$ ,  $n\gamma = 1.582\text{--}1.636$ ; fast einachs. – Reichlich in Långban und Pajsberg in Schweden; St. Marcel in Piemont usw.

*Hendricksit*,  $\text{K}(\text{Zn}, \text{Mn})_3[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ .  $a, b, c = 5.37, 9.32, 10.30 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 99^\circ$ . – Kupferrot bis rötlich-schwarz,  $D = 3.4$ ,  $n\gamma \sim 1.697$ . Franklin, New Jersey.

Bei der *Umwandlung* einiger Silikate kann Biotit entstehen, doch ist dieser Vorgang bei weitem nicht so allgemein wie die Neubildung des Muskovits. Augit und Hornblende gehen am ehesten in Biotit über; auch gibt es Pseudomorphosen nach Skapolith und Granat. Biotit selbst verwittert leicht; dabei entstehen entweder direkt Chlorit oder zunächst Auslaugungsprodukte, bei denen die Blätterigkeit erhalten bleibt und die rot, braun oder grün gefärbt sind und nicht selten metallisch glänzen (*Katzengold*), z. T. auch ganz weiche und erdige Produkte. Derartige veränderte Biotite, von denen ein Teil die Eigenschaften der Vermiculite (s. später) besitzt, sind *Protovermiculit*, *Culsa-gieit*, *Hallerit*, *Philadelphit*. *Rubellan*, d. i. der rote Glimmer der Basaltlaven und Tuffe, ist durch Röstung ( $\text{Fe}^{2+}$  wird  $\text{Fe}^{3+}$ ) entstanden („*Rubellit*“ ist ein Turmalin!).

*Astrolith*, angeblich  $(\text{Na}, \text{K})_2\text{Fe}^{2+}(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})(\text{Si}_5\text{O}_{15}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ . In radialen Plättchen und Fasern mit  $H = 3\frac{1}{2}$ ,  $D = 2.8$ . Grün,  $n\chi = 1.598$ . – Neumarkt im Vogtland, ist wohl nur ein Verwandter des Biotits.

### **Zinnwaldit.** $\text{K}(\text{Li}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ .

Gitterkonstanten ähnlich Lepidolith. – XX auf- und durcheinandergewachsen, tafelig mit sechseitigem Umriß, fächer- oder faßförmig gruppiert. Formen und Zwillingsverwachsungen wie bei den übrigen Glimmern. Die Basis zerfällt öfters durch eine feine federförmige Fältelung in sechs Felder.

$D = 2.9\text{--}3.1$ . Perlmg. Blaßviolett, silbergrau, gelblich, braun, selten dunkelgrün, auch fast schwarz (Rabenglimmer). Glimmer II. Art,  $n\beta = 1.575\text{--}1.606$ ,  $2V$  stark schwankend,  $0\text{--}35^\circ$ .

$F$  (2–8 %) für (OH). – Schmilzt v. d. L. leicht zur dunklen Perle und färbt die Flamme rot; von Säuren angegriffen.

*In zinnsteinführenden Graniten als Produkt pneumatolytischer Zersetzung. Bei Zinnwald in Tafeln bis 5 cm Größe und mehr auf Quarz mit Zinnstein, Fluorit und Scheelit. Epprechtstein; Cornwall. Sonstwo in Alkaligraniten.*

*Masutomilit*, in allen Eigenschaften ähnlich, hat mehr  $\text{Mn}^{2+}$  als  $\text{Fe}^{2+}$ .

### **Lepidolith.** (Formel s. u.!).

$a, b, c = 5.21, 8.97, 20.16 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 100^\circ 48'$ ,  $Z = 2$ . – Gute XX selten, oft nur muskovitähnliche Plättchen und Schuppen. Grobe halbkugelige Massen. Zwillingsverwachsungen wie bei den übrigen Glimmern. – Meist in schuppigen bis feinkörnig-schuppigen Aggregaten, auch groß-tafelig.

$D = 2.8-2.9$ . Perlmutgl. Pfirsichblüten- bis rosenrot, weiß, seltener grau, grünlich. Optisch meist Glimmer I. Art. 2 V ziemlich groß ( $40-45^\circ$ , auch mehr);  $n\beta = 1.552-1.562$ .

$x \cdot K_2Li_4Al_2[(F, OH)_2Si_4O_{10}]_2$  („Polyolithionit“) +  $y \cdot K_2Li_3Al_3[(F, OH, \frac{1}{2}O)_2]AlSi_3O_{10}]_2$  („Pauclithionit“) +  $z \cdot K_2LiFe_4Al[(F, OH)_2]AlSi_3O_{10}]_2$  („Protolithionit“). Hohe Li-Gehalte bedingen also auch solche an Si (für Al!), im „Irvingit“  $Al_2O_3 : SiO_2 \sim 1 : 6$ ! Gegen Zinnwaldit fast frei von Fe und  $SiO_2$ -reicher. – V. d. L. leicht schmelzend; Säuren außer HF ziemlich unwirksam.

*Neben fluorhaltigen Mineralien (Turmalin, Topas) der pneumatolytischen Bildungsperiode in Graniten und granitischen Gängen. Rozna in Mähren, Penig in Sachsen; Elba; Paris in Maine, San Diego Co. in Californien, Ottawa Co., Quebec; Antsirabe auf Madagaskar (große Stücke aus Na-Li-Pegmatiten), viele Pegmatite der mittleren Namib, z. T. großtafelig mit trigonalem Kern und monoklinem Rand; Nampula Distrikt, Mozambique. – Wird zur Herstellung von Li-Salzen abgebaut.*

Das als zweites theoretisches Mischungsmitglied der Lepidolithformel angeführte Silikat ist als „Lithium muskovit“,  $K_4Li_6Al_6[(F, OH, O)_2]AlSi_3O_{10}]_4$ , von Varuträsk in Schweden beschrieben worden. Es ähnelt in allen Eigenschaften dem Lepidolith.

Im hellgrünlichen Polyolithionit aus Eläolithsyenit von Kangerdluarsuk ist ein Maximum von  $SiO_2$  (59 %) vorhanden.

Taeniolith ist ein Li-Mg-Glimmer;  $D = 2.82$ ,  $n\beta = 1.553$ . – Narsarsuk; Kola; Magnet Cove, Arkansas.

**Glaukonit**, ein sehr wechselnd zusammengesetztes<sup>1</sup> Fe-Al-Silikat mit 2–15 %  $K_2O$ , hat eine dem Biotit sehr ähnliche Struktur und ist oft aus ihm entstanden. Er bildet kleine „schießpulverartige“, intensiv grüne Körnchen, oft als Steinkerne von Foraminiferen. Reichlich in küstennahen marinen Sanden, Sandsteinen und Mergeln in vielen geologischen Formationen, z. B. im „Essener Grünsand“ der Kreide. – Äußerlich zunächst meist „amorph“ erscheinend, aber deutlich anisotrop;  $n\beta = 1.62$ ,  $\Theta$ . G. enthält über das formelmäßige noch adsorbiertes Wasser.

Seladonit (Grünerde z. T.). Dicht und derb bis feinerdig. Matt.  $H = 1-2$ ,  $D = 2.8$  bis 2.9. Seladongrün nach bräunlich- und schwärzlichgrün, auch apfelgrün,  $n\beta = 1.63$ . Chemisch ähnlich und vielleicht identisch mit Glaukonit. – Von kochenden Säuren entfärbt und zersetzt. – Als Ausfüllung von Mandelräumen und als pseudomorphe Bildung nach Augit, z. B. Fassatal und Oberer See usw., also anders als Glaukonit.

Sprödglimmer-Reihe (mit Ca; Al : Si = 2 : 2):

**Margarit.** Kalkglimmer.  $CaAl_2[(OH)_2]Al_2Si_2O_{10}]$ .

Monoklin;  $a, b, c = 5.13, 8.92, 19.50 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 100^\circ 48'$ ,  $Z = 4$ . Struktur vgl. S. 742. – Keine wohlausgebildeten XX, nur dünne, sechsseitige Tafeln und körnig-blättrige bis schuppige Aggregate.

# (001) sehr vollk., doch etwas weniger als bei Muskovit. Die Spaltplättchen sind spröde und zerbrechlich.  $H \sim 4$ ,  $D = 3$ . Starker Perlmuttergl. Durchscheinend. Weiß, rötlichweiß, perlgrau. Glimmer I. Art.  $r > v$ ;  $n\alpha, \beta, \gamma = 1.632, 1.645, 1.647$ ,  $\Theta$ , 2 V =  $0-67^\circ$ ,  $\alpha$  weicht um  $6-8^\circ$  von dem Lot auf der Spaltfläche nach hinten ab.

Bläht sich v. d. L. auf, aber schmilzt sehr schwer; von Säuren angegriffen.

<sup>1</sup> Eine speziell abgeleitete Formel:  $(K, Ca_{\frac{1}{2}}, Na)_{0.84} (Al_{0.87} Fe_{0.97}^{2+} Fe_{0.19}^{3+} Mg_{0.90}) [(OH)_2]Al_{0.35} Si_{3.65} O_{10}]$

*Im Chloritschiefer am Greiner in Tirol. Häufig auf Smirgellagerstätten, so Naxos und anderswo im griechischen Archipel, in Pennsylvanien, Massachusetts, Nordcarolina, Georgia usw. Auf den Smaragdgruben an der Takowaja.*

Ephesit ist ein Natronmargarit ( $\text{Na, Li, } \frac{1}{2} \text{ Ca}$ ) $\text{Al}_2[(\text{OH})_2|\text{Al}(\text{Al, Si})\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ , lichtrosa bis perlgrau,  $n\beta = 1.625$ ,  $\Theta$ ,  $2V \sim 43^\circ$ . – Postmasburg, Südafrika, im Manganerz.

**Clintonit.** Mischkristalle von  $\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2|\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$  und  $\text{CaMg}_3[(\text{OH})_2|\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ . Monoklin; sechseckige Tafeln, bei „Waluewit“ auch pseudorhomboedrische XX; Seitenflächen wie runzelig. # (001) vollk., sehr spröde.  $H = 4\frac{1}{2}$  bis fast 6,  $D = 3.0\text{--}3.1$ . Glasglanz: Rötlich, gelb und tiefgrün; durchscheinend. A-E, // (010) bei Brandisit, Xanthophyllit und Waluewit,  $\perp$  (010) beim eigentlichen Clintonit (Seybertit).  $n\beta \sim 1.658$ ,  $\Theta$ . V. d. L.: Trübung, kein Schmelzen. Von heißen Säuren verschieden schnell zersetzt.

In körnigen Kalken (Amity und Warwick in New York), im Talkschiefer und Chloritschiefer von Schischimsk im Bezirk Zlatoust, Achmatowsk.

Anandit,  $(\text{Ba, K})(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3[(\text{OH}, \text{O})_2|(\text{Si, Al, Fe}^{3+})_4\text{O}_{10}]$ . Isotyp mit Margarit;  $a, b, c = 5.41, 9.43, 19.95 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 94^\circ 52'$ ,  $D_x = 3.91$ . – Grobblättrige Aggregate, # (001) vollkommen,  $H = 3\text{--}4$ . Schwarz glänzend und kaum durchsichtig;  $n\alpha \sim 1.85$ ,  $\gamma > 1.88$ ; grünbraun-pleochroitisch. – Bis mehr als 5 cm dicke Bänder in einem Magnetit-Baryt-Vorkommen, Wilagedera, NW-Ceylon.

Kinoshitalith,  $(\text{Ba, K})(\text{Mg, Mn, Al})_3[(\text{OH, F, O})_2|\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ . Monoklin,  $C_{2h}^3$ -C2/m;  $a, b, c = 5.35, 9.25, 10.26 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 100^\circ$ ,  $Z = 2$ .  $D_x = 3.33$ . – Gelbbraune kleine Schuppen, # (001) vollkommen,  $H = 2\frac{1}{2}\text{--}3$ ;  $n\alpha, \beta, \gamma = 1.619, 1.633, 1.635$ ,  $2V = 23^\circ$ ,  $\Theta$ . – In Hausmannit-Tephroit-Erz der Noda-Tamagawa-Mine, Iwate-Präfektur, und mit Rhodonit, Tephroit etc. von Hokkejino, Kyoto-Präfektur, Japan.

Bityit,  $\text{CaLiAl}_2[(\text{OH})_2|\text{AlBeSi}_2\text{O}_{10}]$ . Monoklin,  $C_{2h}^6$ -C2/c;  $a, b, c = 4.98, 8.67, 18.74 \text{ \AA}$ ,  $\beta \sim 90^\circ$ ,  $Z = 4$ . – Blätterige, muskovitähnliche, recht spröde Aggregate.  $H = 5\frac{1}{2}$ ,  $D = 3.05$ . Farblos, trüb;  $n\alpha, \beta, \gamma = 1.651, 1.659, 1.661$ ,  $\Theta$ . Be kann höher sein als der Formel entspricht. – Mt. Bity, Madagaskar; Londonderry, Westaustralien; Tittling in Bayern.

Baratovit,  $\text{KCa}_8\text{Li}_2[\text{O}_7\text{F}|(\text{Si}_4\text{O}_{10})_3]$ . Monoklin,  $(C_{2h}^6\text{-C2/c})$ ;  $a, b, c = 16.90, 9.73, 20.91$ ,  $\beta = 112^\circ 30'$ ,  $Z = 4$ . – Spröde Täfelchen mit vollkommener # nach der Basis.  $H = 3.5$ ,  $D = 2.92$ . Weiß mit Perlmutterglanz;  $n\beta, \gamma = 1.672, 1.673$ ,  $r > v$ . – Dara-Piöz Massiv, Tadshikistan.

### Anhang: „Hydro-Glimmer“.

Die Mineralien der eigentlichen Glimmergruppe können in verschiedener, nicht ganz gekläarter Weise Wasser aufnehmen. Es beginnt das jedenfalls mit einem (evtl. teilweisen) Verlust der Alkalien und Einbau von  $\text{H}_2\text{O}$  unter irgendwie geartetem Valenzausgleich. Dabei geht  $\text{Fe}^{2+}$  meist in  $\text{Fe}^{3+}$  über. Dieselben Produkte, die hier durch Abbau entstehen, können umgekehrt Vorstufen des Aufbaus aus kolloidalen Fällungen z. B. in Tonen sein. – Es entstehen Glieder, die in den Gitterdimensionen sich noch eng an die Ausgangsminerale anschließen – etwa Biotit – Hydrobiotit –, denen  $\text{H}_2\text{O}$  in unbestimmter Menge (meist allerdings bis zu einem Maximalwert) in den Zwischenschichten eintritt, aus denen es bei vorsichtigem Entwässern ohne Zusammenbruch der Struktur, aber unter Kontraktion der c-Achse wieder austritt (Quellungswasser). Diese Eigenschaft äußert sich beim Behandeln mit dem Lötrohr so, daß das Wasser schnell abgegeben wird und das Mineral sich in Richtung der c-Achse oft unter wurmförmigen Krümmungen aufbläht (Vermiculit).

„Hydroparagonit“ (Brammallit),  $(\text{Na, H}_2\text{O})\text{Al}_2[(\text{H}_2\text{O, OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ . Wenig bekannt, feine weiße Schüppchen, kaum von Paragonit zu unterscheiden.

Hydromuskovit (Bravaisit, Leverrierit z. T., Maconit z. T.),  $(\text{K, H}_2\text{O})\text{Al}_2[(\text{H}_2\text{O, OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ .  $a, b, c = 5.2, 9.0, 20.0 \text{ \AA}$ ,  $\beta \sim 96^\circ$ ,  $Z = 4$ . – Feine sericitartige Schüppchen. Eigenschaften durchaus glimmerartig. Beim Leverrierit, der allerdings nur eingeschränkt hierher gehört, ist  $n\alpha = 1.554$ ,  $\beta \sim \gamma \sim 1.582$ . Komponente vieler verfestigter Tone, wohl oft übersehen. Ein Teil des Leverrierit soll eine submikroskopische Verwachsung von Sericit und Kaolin sein. – Gümbelit ist praktisch gleich, etwas  $\text{MgO}$ .

**Fedorit**,  $K_{0.25}NaCa[(H_2O)_2|Al_{0.25}Si_{3.75}O_{10}]$ . Pulverdiagramm etc. ähnlich Muskovit; # (001) vollkommen,  $D = 2.58$ . Farblos bis rötlich;  $n\alpha, \beta, \gamma = 1.522, 1.530, 1.531$ ,  $2V = 32^\circ$ ,  $\ominus$ . – Mit Narsarsukit im fenitisierten Sandstein, Kola.

**Illit**, ursprünglich Name für die Hauptkomponente der Böden von Illinois, wird nicht ganz einheitlich gebraucht: (einmal für glimmerartige schlecht definierte Zwischenprodukte der Umbildung Feldspat  $\rightarrow$  Kaolin), dann aber, und zwar moderner, für Hydromuskovite von Tonteilchengröße. Sie bilden sich z. B. bei der Diagenese von Tonen und stehen strukturell dem Montmorillonit (s. u.) nahe, haben aber mit dem Einbau von (vorher nur adsorbiertem) K die Quellungs-fähigkeit überwiegend verloren. Sie sollen Hauptkomponente vieler mariner Tone sein. – Es ist auch vorgeschlagen worden, diesen Namen für alle „unvollständigen“ Glimmer zu verwenden.

**Hydrobiotit** ist das häufigste der hierher gehörenden Mineralien,  $(K, H_2O)(Mg, Fe^{3+})_3[(OH, H_2O)_2|AlSi_3O_{10}]$ , von Biotit kaum zu unterscheiden, aus ihm entstehend und bei beginnender Metamorphose in ihn übergehend. – Bei zunehmendem Ausbau von K und aus anderen nicht genau bekannten Gründen nimmt die Neigung zum Einbau von Quellwasser zu, was besonders bei den nächsten Gliedern zutrifft.

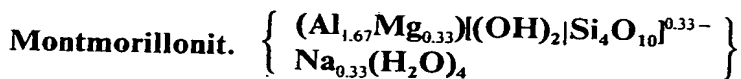
**Bannisterit**,  $(K, Na, Ca)_{0.5}(Mn, Mg, Fe^{2+}, Zn, Al)_{4.8}[(OH)_5|Si_6O_{13}] \cdot 2H_2O$ . Monoklin,  $C_{2h}^6-A2/a$ ;  $a, b, c = 22.20, 16.32, 24.70 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 94^\circ 20'$ ,  $Z = 20$ . – Ähnlich Ganophyllit.  $n\alpha, \beta, \gamma \sim 1.544, 1.586, 1.589$ ,  $2V$  klein bis mittel,  $\ominus$ . – Benallt-Mine, Wales; Franklin, New Jersey; Ananai-Mine, Japan.

**Ganophyllit**,  $\sim NaMn_3[(OH)_5|(Si, Al)_6O_{13}] \cdot 2H_2O$ . Gleichfalls  $C_{2h}^6-A2/a$ ;  $a, b, c = 16.60, 27.04, 50.34$ ,  $\beta = 94^\circ 10'$ ,  $Z = 48$ . – XX tafelig bis kurzprismatisch, in Rosetten; # (001) vollkommen.  $H \sim 4$ ,  $D \sim 2.9$ . Zimtbraun;  $n\alpha, \beta, \gamma = 1.573, 1.611, 1.613$ ,  $2V$  klein,  $\ominus$ . – Mit anderen Mn-Mineralien von Gryhyttan und Harstigen, Schweden; Franklin, N. Jersey; Santa Clara County, Californien.

**Parsettensit** steht ihm sehr nahe, führt aber für Fe usw. nur Mn.  $D = 2.59$ . Kupferrot,  $n\epsilon, \omega = 1.546, 1.576$ . – Parsettens-Alpe bei Savognin, Graubünden; Cassagna, Ligurien. **Errit** ist nur eine Varietät davon. – **Ekmantit**, **Kerrit**, **Maconit** und **Vaalit** stehen dem Parsettensit nahe.

### c) Montmorillonit-Saponit-Gruppe.

Alle hierher gehörenden, als Komponenten von Böden und Tonen teilweise enorm verbreiteten Mineralien stellen gewissermaßen aufgeblätterte Pyrophyllite, Talke, Glimmer dar, denen Wasserschichten eingelagert wurden. Voraussetzung ihrer Bildung scheint zu sein, daß die Silikatschichten durch nicht ganz stöchiometrische Zusammensetzung eine kleine negative Ladung besitzen, während die Wasserschichten sich wie schwache Kationen verhalten (kleine Na-Gehalte). Als Bestandteile von Böden usw. sind diese Mineralien häufig stark verunreinigt, so daß die Bestimmung des Chemismus wie der Eigenschaften oft mit starker Unsicherheit belastet ist. – Durch die Wasserschichten wird die  $c$ -Dimension um maximal  $\sim 6 \text{ \AA}$ , d. h.  $3 \text{ \AA}$  je Schicht aufgeweitet. – Auch hier folgen erst di-, dann trioktaedrische Glieder, wenngleich die Grenzen hier unscharf sind.



Monoklin-pseudorhombisch, aber fast nur feinerdige, durchaus „amorph“ erscheinende Massen.  $a, b, c = 5.17, 8.94, 15.2 \text{ \AA}$ ,  $\beta \sim 90^\circ$ ,  $Z = 2$ . – In der Struktur besteht große Ähnlichkeit zu Pyrophyllit (S. 742). Der Abstand der Schichten ist aber nicht mehr bestimmt und die Dimension  $c$  (!) schwankt mit dem Wassergehalt außerordentlich. Bei  $400^\circ$  ist M. frei von  $H_2O$  und  $c \sim 9.6 \text{ \AA}$ . Das Wasser kann auch durch die verschiedensten anderen Substanzen teilweise ersetzt werden (Öle, Farbstoffe, Gase), es können auch Basen angelagert und sehr fest gehalten werden.



Milde, fein zerreiblich und mit Wasser quellend, aber nicht eigentlich plastisch werdend. Alle Eigenschaften schwanken stark mit dem  $H_2O$ -Gehalt.  $D = 1.7$  bis  $2.7$ ; grauweiß oder gelblich;  $n \beta = 1.49-1.56$ .

Die u. U. auch röntgenographisch schwierige Identifikation ist möglich durch Zusatz von Glycerin zu lufttrockenem M., wodurch  $c$  von  $15.2$  auf  $17.7 \text{ \AA}$  geweitet wird. Bei höheren Kohlenwasserstoffen erreicht  $c$   $27.7 \text{ \AA}$ !

*Montmorillonit ist ein wesentlicher, oft die Kaolinminerale an Menge übertreffender Bestandteil sehr vieler, besonders tropischer Böden und hauptsächlich für viele ihrer Eigenschaften (Wasserhaltigkeit, Basenadsorption und damit Fruchtbarkeit!) verantwortlich. Besonders reich ist er in den schon lange durch ihre Aufsaugfähigkeit bekannten „Erden“: „Bentonit“, „Walkerde“, „Bolos“, „Umbra“ (s. u.) usw. enthalten.*

*Die Entstehung ist oft nicht klar. Besonders reine Montmorillonite sind als Solfatarenbildung aus vulkanischen Tuffen oder aus Pegmatiten entstanden. Montmorillon i. Dep. Vienne, Stolpen i. Sa. (Stolpenit), Antrim in Irland (Erinit), reiche Lager bei Landshut i. Bayern, u. a.*

Von den montmorillonitreichen Erden seien als wichtig erwähnt die zeitweise als selbständige Mineralien angesehenen:

**B e n t o n i t**, eine in Amerika gebräuchliche Bezeichnung für einen stark verunreinigten, besonders durch Verwitterung vulkanischer Tuffe entstandenen montmorillonitreichen Ton. Er findet als Adsorptionsmasse, Isolationsmaterial und als Füllmasse von Seifen usw. vielfach Verwendung. Sehr zahlreiche Vorkommen. – Gesteinsname!

**B o l (B o l u s)**, auch eher ein Gesteins- als ein Mineralname. Braune, auch gelbe feinstkörnige Gemenge von Tonmineralien, bes. Montmorillonit. Auch hier wird die hohe Adsorptionsfähigkeit ausgenutzt, z. B. zum Entfetten von Geweben u. v. a., früher zur Darmdesinfektion. – Zersetzungsprodukt besonders basaltischer Gesteine auf Klüften. Scheibenberg bei Freiberg, Habichtswald, Sesebühl bei Dransfeld. – Sehr viele Varietätsnamen: Fettbol, Sphragit (Lemnische Erde), Hypoxanthit (die als Terra di Siena bekannte Malerfarbe), Sinopit, Teratolith („sächsische Wundererde“), Ochran, Cimolit, Termierit, Pelikanit u. a. – **S m e k t i t** (Walkerde i. e. S.) ist ein Bolus mit besonders reichlich Montmorillonit, aber auch mit Quarz und Calcitstaub. Entsteht aus verwitterten Gesteinen wie Gabbro und Basalt und findet sich in Lagern, bes. in Jura und Kreide. – Auch **B e r g s e i f e** (Oropion) gehört hierher.

**B e i d e l l i t**, ganz ähnlich Montmorillonit, jedoch ohne Mg, etwas Si durch Al ersetzt. – Von Beidell u. a. Stellen in Colorado; Californien; Arizona; Utah; Idaho; bei Chust, Karpato-Ukraine u. a.

Es gibt Montmorillonit-verwandte Tonmineralien mit Wechsellagerungsstruktur, in denen zwei verschiedene Schichtarten im Verhältnis  $1:1$  offenbar regelmäßig alternieren. – **R e c t o r i t**, mit Schichten aus Montmorillonit und Paragonit, von Arkansas. – **A n d r e a t t i t**, wahrscheinlich mit Schichten aus Beidellit und Muskovit bzw. Illit, aus den Apenninen. – **T o s u d i t**, mit Schichten aus Montmorillonit und Chlorit, von der Halbinsel Krim. – **C o r r e n s i t**, mit Schichten aus Vermiculit und Chlorit; in Tonen bei Maulbronn und Göttingen; Italien, Frankreich, Spanien, USA. – Nach elektronenmikroskopischen Beobachtungen handelt es sich um unregelmäßig begrenzte dünnste Blättchen.

**Nontronit**,  $Fe_2^{3+}[(OH)_2Al_{0.33}Si_{3.67}O_{10}]^{-0.33} \cdot Na_{0.33}(H_2O)_4$ . Monoklin;  $a, b, c = 5.24, 9.08, 15.8 \text{ \AA}$ ,  $\beta \sim 90^\circ$ ,  $Z = 2$ . – Derbe, dichte Massen, u. d. M. feinfaserig. Unebener Bruch, oft muschelartig wie bei ehemaligen Gelen. Härte wegen der erdigen Beschaffenheit kaum feststellbar.  $D = 2.3$ . Strohgelb bis gelbgrün;  $n \alpha, \gamma = 1.59, 1.62$ ,  $\ominus$ .  $Fe^{3+}$  kann durch  $\frac{1}{2} Fe^{2+}$  z. T. ersetzt sein. V. d. L. unschmelzbar, nicht aufblähend, wird magnetisch. Von Säuren zersetzt. – Nontron in der Dordogne, St. Andreasberg, Kropfmühl, Heppenheim, Concep-

ción del Oro in Mexico; Gellivare; viele Stellen in den USA u. a. – **Chloropal** (Grenat, Pinguat, Ungwarit) ist ein zeisiggrüner Nonttronit, der innig mit Opal gemengt ist.

**Wolchonskoit** steht zwischen Montmorillonit, Nonttronit und Hectorit und führt zudem etwa  $\frac{1}{3}$  Cr in den Oktaedern.  $c$  ist nur max.  $14.4 \text{ \AA}$ , was  $\frac{c}{2}$  von Allevardit entspräche. – Aus Chromitgruben des Urals.

**Allevardit** nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als je 2 muskovitartige Schichten noch fest verbunden sind und erst dann die quellungsfähige Zwischenschicht folgt, die dann aber bis 3  $\text{H}_2\text{O}$ -Lagen aufnehmen kann.

**Swinefordit**,  $(\text{Li}, \text{Al}, \text{Mg})_{2.5}[(\text{OH}, \text{F})_2(\text{Si}_{3.85}\text{Al}_{0.15})\text{O}_{10}](\text{Li}, \text{Ca} \dots)_{0.5}(\text{H}_2\text{O})_4$ . Grünlich-grau;  $n\beta = 1.524$ . – Kings Mountain, N-Carolina. Er nimmt in der Oktaederbesetzung eine Mittelstellung ein.

**Hectorit**,  $(\text{Mg}, \text{Li})_3[(\text{OH}, \text{F})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{0.33-} \cdot \text{Na}_{0.33}(\text{H}_2\text{O})_4$ .  $a, b = 5.25, 9.1 \text{ \AA}$ ,  $c = ?$ , entsteht aus Li-führenden Glimmern und anderen Li-Silikaten. – Hector, Californien.

**Saponit** (Seifenstein),  $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2\text{Al}_{0.33}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{10}]^{0.33-} \cdot \text{Na}_{0.33}(\text{H}_2\text{O})_4$ . Monoklin,  $C_2^2$ ;  $Cc$ ;  $a, b, c = 5.3, 9.21, 2 \times 15.36 \text{ \AA}$ ,  $\beta \sim 97^\circ$ ,  $Z = 4$ . – Dichte, derbe fettglänzende Massen. Fettig anzufühlen und nicht an der Zunge haftend (wie sonst viele der hier und in der Kaolingruppe angeführten Mineralien).  $H = 1\frac{1}{2}$ ,  $D = 2.3$ . Weiß, gelblich, braun;  $n\beta \sim 1.52$ . Verbreitetes Zersetzungsprodukt in Serpentin-gebieten der ganzen Erde, z. B. Cornwall. – Ähnlich, aber Al-frei, ist **Stevensit**, in Basalten von New Jersey, auch als Pseudomorphose nach Pektolith. **Spadaït** ist identisch mit Stevensit. – **Griffithit** ist ein Ferri-Saponit; aus Basalt-Mandeln, Griffith Park, Los Angeles.

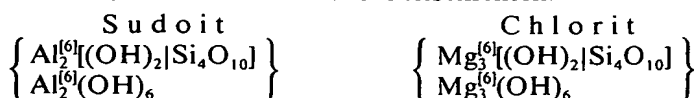
**Sauconit** ist ein Saponit (oder Hectorit), bei dem viel Mg durch Zn (bis 30 % ZnO) vertreten ist. Er kann neben Hemimorphit und Smithsonit in den Oxydationszonen von Zinklagerstätten in großer Menge vorkommen; hier wird er in den locker erdigen bis lehmigen Massen meist nicht erkannt. Saucon Valley, Pennsylvania; Leadville District, Colorado; Altenberg b. Aachen, Garpenberg in Schweden.

Es sind bekannt noch ein Cu-Saponit, der **Medmontit**, und der Ni-Saponit **Pimelit**. Ersterer aus Cu-Lagerstätten in Rußland und Sambia, letzterer aus mehreren Garnieritvorkommen.

**Vermiculit**,  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2\text{Al}_{1.25}\text{Si}_{2.75}\text{O}_{10}] \cdot \text{Mg}_{0.33}(\text{H}_2\text{O})_4$ . Monoklin;  $a, b, c = 5.33, 9.18, 2 \times 14.36 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 97^\circ$ . Träger des Basenaustausches ist Mg. – Er geht durch oberflächennahen Abbau, z. T. vielleicht unter tropischen Klimabedingungen aus Biotit und Phlogopit hervor. Wo er in größeren Massen leicht zu gewinnen ist, ist er ein sehr gesuchter Rohstoff zu Isolationszwecken gegen Schall, Schwingungen, Wärme und Strom. Er wird hierzu stark erwärmt und bläht sich dabei bis etwa zum 50fachen des Ausgangsvolumens auf. Hunderte von großen Vorkommen, z. B. Palabora, Ost-Transvaal, wo er aus Phlogopit entstanden ist. – Ihm nahe stehen **Protovermiculit**, **Jefferisit** und **Batavit**, letzterer aus Graphitgneisen von Kropfmühl bei Passau.

#### d) Sudoit-Chlorit-Gruppe.

Die **Sudoite**, erst um 1960 entdeckt, sind dioktaedrische Phyllosilikate, während alle **Chlorite** trioktaedrisch mit Kationen – Mg, Al, Fe – besetzt sind; der Sudoit-Strukturtypus besteht aus abwechselnden Pyrophyllit- und Gibbsitschichten, der Chlorit-Typus aus abwechselnden Talk- und Brucitschichten:



**Sudoit-Reihe ( $\alpha$ -Chlorite).**

Sudoit,  $\text{Al}_2[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^{1-} \cdot [\text{Al}_{2.33}(\text{OH})_6]^{1+}$ . Monoklin,  $C_{2h}^3$ -C2/m;  $a, b, c = 5.24, 9.07, 14.29 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 97^\circ 02'$ ,  $Z = 2$ . -  $n_\alpha = 1.574$ ,  $n_\beta \sim n_\gamma \sim 1.580$ , 2 V klein,  $\ominus$ . - Kamakita Mine, Japan; hydrothermales Umwandlungsprodukt in einem permischen Quarzporphyr vom Kesselberg bei Triberg im Schwarzwald; Tracy Mine, Michigan u. a. - Al, Fe-Sudoit bildet Parallelverwachsungen von ungleichmäßiger Schichtdicke mit einem nicht-expandierenden Tonmineral,  $b = 8.94\text{--}9.02$ ,  $d(001) = 14.23 \text{ \AA}$ . - Aus dem Knollenmergel des Keupers von Lützelbach bei Plochingen, Württemberg; Kamakita Mine, Japan u. a.

**Donbassit**,  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_{<0.5}\text{Al}_2[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot \text{Al}_2(\text{OH})_6$ , ist von SAMOJLOW (1906) richtig als „ $\alpha$ -Chlorit“ beschrieben worden. - Hydrothermal in Erzgängen, auch als Kruste auf Kohlen; Donezbecken, USSR.

**Chlorit-Reihe.**

Diese Mineralien können im Hinblick auf die 6 oktaedrisch koordinierten Kationen aufgefaßt werden als Mischkristalle der vier mehr oder minder hypothetischen Endkomponenten:

$\text{Fe}_6^{2+}$ -Chlorit	$\text{Fe}_3^{2+}[(\text{OH})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ , $\text{Fe}_3^{2+}(\text{OH})_6$	$\text{Fe}_4^{2+}\text{Al}_2$ -Chlorit (Daphnit)	$\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2[(\text{OH})_2 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ $\text{Fe}_3^{2+}(\text{OH})_6$
$\text{Mg}_6$ -Chlorit	$\text{Mg}_3[(\text{OH})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ , $\text{Mg}_3(\text{OH})_6$	$\text{Mg}_4\text{Al}_2$ -Chlorit	$\text{MgAl}_2[(\text{OH})_2 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ , $\text{Mg}_3(\text{OH})_6$

Nicht erfaßt sind damit die Cr- und Ni-reichen Glieder. Die früher namengebenden Endglieder „Antigorit“ und „Amesit“ gehören nicht hierher, sondern zu den Serpentin. Einen Überblick über die Zusammensetzung der einzelnen Mischungsglieder in Beziehung zum optischen Verhalten gibt das Diagramm Abb. 231.

Die frühere Trennung in „Orthochlorite“ und „Leptochlorite“ läßt sich in der alten Bedeutung nicht aufrechterhalten; wir bezeichnen (mit HEY 1954) als Orthochlorite alle Chlorite mit weniger als 4 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , als Leptochlorite (oxidized chlorites nach HEY) die Chlorite mit mehr als 4 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Monokline Symmetrie,  $C_{2h}^3$ -C2/m;  $a, b, c \sim 5.3, 9.3, 28.6 \text{ \AA}$ ,  $a:b:c \sim 0.57:1:3.09$ ,  $\beta \sim 97^\circ$ ,  $Z = 4$ . Die alte morphologische Aufstellung (TSCHER-

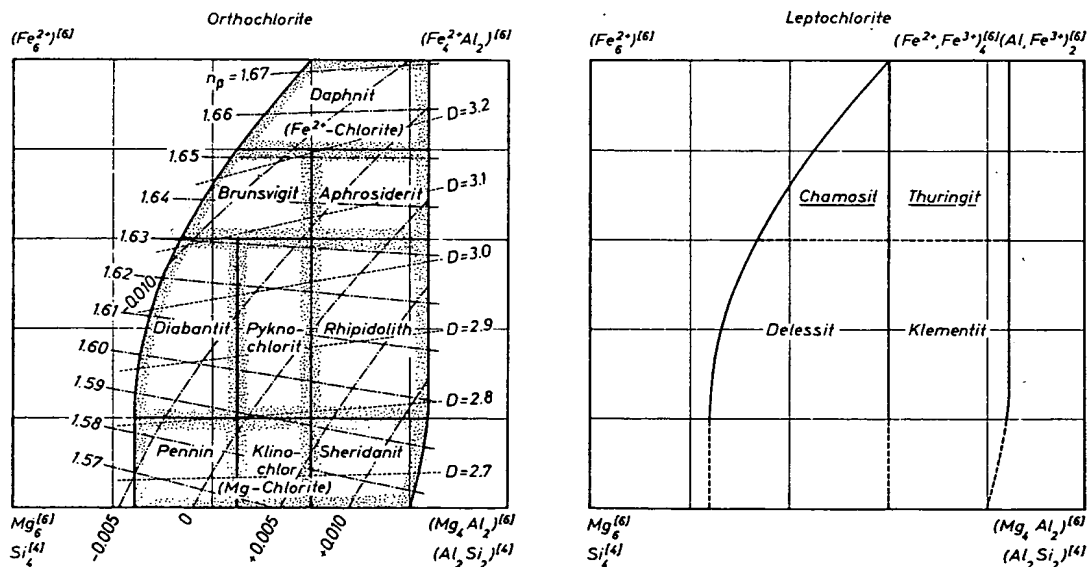


Abb. 231. Die chemische Zusammensetzung der Chlorite, unter Angabe der mittleren Lichtbrechung, Doppelbrechung und Dichte (nach HEY, TRÖGER, TROCHIM, STRUNZ).

MAK) war etwas anders:  $a : b : c = 0.577 : 1 : 2.877$ ,  $\beta = 90^\circ 20'$ . – Die (seltenen) gut ausgebildeten XX sehen hexagonal oder rhomboedrisch aus und sind meist scheinbar optisch einachsig, was auf lamellarer Zwillingsbildung beruht. Mehrere Zwillingsgesetze, bei denen jeweils  $(001)$  Verwachsungsebene ist: „Pennin-Gesetz“, Zwillingssebene  $(001)$ , „Glimmergesetz“, Zwillingssebene eine Ebene  $\perp (001)$  und  $\parallel [1\bar{1}0]$  u. a. – Ganz analog diesen Zwillingen sind bereits im Gitterbereich erfolgende Verzwillingungen, die „Polytypien“ erzeugen, die dann andere Symmetrie und vervielfachte  $c$ -Werte haben.

Die optische Achsenebene ist meist  $(010)$ ; die spitze Mittellinie  $\sim \perp (001)$ . Der optische Charakter ist teils  $\oplus$ , teils  $\ominus$ , manchmal für verschiedene  $\lambda$  verschieden. – Die Brechungsindizes sind bei den Mg-reichsten Gliedern am kleinsten und wachsen mit den Al-, noch stärker den  $\text{Fe}^{2+}$ - und  $\text{Fe}^{3+}$ -Gehalten. Die Doppelbrechung ist stets niedrig, die Interferenzfarben sehr oft, aber nicht immer, charakteristisch anomal. Der Pleochroismus ist meist kräftig,  $\parallel (001)$  sattgrün,  $\perp (001)$  leicht oliv bis farblos oder ähnlich. – Die Farbe ist grün in wechselnden Tönen, selten fast farblos oder auch fast schwarz. – Die Spaltbarkeit ist vollkommen nach  $(001)$ , aber merklich schlechter als bei den Glimmern.  $H \sim 2$ ,  $D$  wächst mit Fe von  $\sim 2.6$ – $3.3$  (angeblich bis  $4.8$ ).

Das Vorkommen ist verschiedenartig: Gesteinsbildend sehr verbreitet, besonders als Hauptbestandteil der Chloritschiefer (bes. Prochlorit und Klinochlor) und hier aus olivin- und augitreichen Gesteinen entstanden. – Auf Klüften der verschiedensten Gesteine. – Sehr oft als Verwitterungs- und Zersetzungsprodukte von Biotit, Augit, Hornblende u. v. a., oft in schönen Pseudomorphosen. – Die Fe-reichsten Glieder sind ursprünglich sedimentär, aber leicht metamorphosiert. – Einzelfundorte anzugeben hat nur Sinn, wenn man „klassische“ Fundstellen kennzeichnen will.

Die einzelnen Glieder sind im folgenden nur teilweise und oft nur in Stichworten beschrieben; die optischen Daten vervollständige man nach dem Diagramm (Abb. 231).

Talk-Chlorit,  $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot \text{Mg}_3(\text{OH})_6$ , der Mg- und Si-reichste Chlorit. Chemisch völlig gleich dem Antigorit (S. 761), der aber eine andere Struktur hat. Das Endglied ist kaum bekannt. Als Mg-Chlorite fassen wir Pennin, Klinochlor (Leuchtenbergit) und Sheridanit (Grochaut) zusammen (Abb. 231 a).

**Pennin**,  $\text{SiO}_2$ -reich. XX durch  $\{101\}$  und  $\{132\}$  oft pseudorhomboedrisch, meist aber Drillinge (Abb. 232). Dichte derbe Massen, serpentinartig und apfelgrün.  $H = 2\frac{1}{2}$  (höher als bei den meisten anderen Chloriten),  $D = 2.5$ – $2.6$ . Die Doppelbrechung ist sehr niedrig und wechselt oft im selben X von  $\oplus$  zu  $\ominus$ ; anomale Interferenzfarben sind hier sehr bezeichnend, fast einachsig. In einigen Fällen Pleochroismus grün-braun-rot, stets ziemlich hoch.

*Sehr verbreitet in Diabasen, selten in Chloritschiefern. Gute XX von der Rimpfischwänge bei Zermatt; Zillertal, Tirol; Pfitschtal, Trient.*

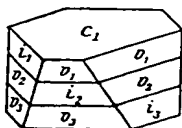


Abb. 232. Pennin.

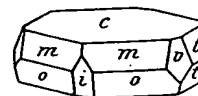


Abb. 233. Klinochlor.

**Klinochlor**, mäßige Fe-Gehalte, sonst etwa zwischen den Endgliedern. XX aufgewachsen, oft in Drusen, Habitus teils hexagonal (Zillertal), teils rhombo-

edrisch, teils typisch monoklin (Achmatowsk). Die XX sind manchmal sehr flächenreich,  $c\{001\}$ ,  $m\{112\}$ ,  $o\{\bar{1}11\}$ ,  $\{010\}$ ,  $t\{043\}$ ,  $i\{\bar{1}01\}$ ,  $v\{132\}$ . Wenn  $i$  und  $v$  groß entwickelt sind, wird rhomboedrische Form vorgetäuscht.  $D = 2.55$  bis  $2.75$ ;  $(001)$  Perlmgl., sonst Glasgl. Bläulich-grün, Pleochr. schwach.

*Schöne XX im Chloritschiefer auf Klüften neben Granat und Diopsid: Alatal in Piemont, Pfitsch, Achmatowsk und Zlatoust. Große dreiseitige XX von Westchester und Unionsville, Pa. – Komponente mancher Chloritschiefer.*

**Leuchtenbergit**, in großen Kristallen von den Schischimskischen Bergen, USSR, und Rumpfit, zartschuppig bis blätterig wie Talk, von St. Michael i. d. Steiermark, sind fast eisenfreie Varietäten von Klinochlor. Farblos bis lichtgrün.

**Sheridanit** ist Al-reicher Klinochlor, im Aussehen ähnlich Talk, silbrig schimmernd bis seidig glänzend, Splitter glasartig durchsichtig. – Sheridan Co., Nord-Wyoming, USA, u. a. – **Grochaut**, von Grochau bei Frankenstein in Schlesien, ist Fe-haltig und grün bis dunkelgrün.

Als **Prochlorite** fassen wir zusammen: **Diabantit**, **Pyknochlorit**, **Rhipidolith** (Korundophilit), **Brunsvigit** und **Aphrosiderit**; das sind die eigentlichen „Chlorite“ im Sinne von A. G. WERNER (1817).

**Diabantit** ist Fe-reicher als Pennin, aber sonst ihm ähnlich. Als färbender Bestandteil zersetzter Diabase. Dunkelolivgrün bis schwarzgrün (stark färbend!), lebhaft pleochroitisch.  $D = 2.7$ – $3.0$ . Leicht von Säuren zersetzt. – Bes. in Diabasen des Vogtlandes und von Connecticut. – **Pyknochlorit** steht zwischen Diabantit und Rhipidolith.

**Rhipidolith** bildet kaum XX, meist Schüppchen und Tafeln, oft in wurmförmig gebogenen Säulen, die vielfach aus lose geldrollenförmig übereinanderliegenden Täfelchen bestehen. Auch Kügelchen, erdige, z. T. staubförmige Massen, so als Überzug und als Durchstäubung vieler alpiner Bergkristalle, Albite, Titanite usw. Hauptkomponente der meisten Chloritschiefer, auch der „Chlorit“-Pseudomorphosen nach Augit und Hornblende.

Weich,  $H \sim 2$ ,  $D = 2.75$ – $2.90$ . Trotz ziemlich satter grüner Farbe im Dünnschliff sehr hell und wenig pleochroitisch. Im allg.  $\oplus$ .

**Brunsvigit**,  $\sim (\text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Mg})_3[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot (\text{Fe}, \text{Mg})_3(\text{OH})_6$ . Bildet in Zersetzungsparien von Gabbros, z. B. Harzburg, derbe lichtgrüne, fettglänzende Massen, nicht unähnlich manchem Saponit. – Grängesberg, Schweden (Grängesit). – **Aphrosiderit** aus dem Hämatit von Weilburg (Lahn) ist ihm praktisch gleich.

**Daphnit** ( $\sim$  Bavalit),  $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2|\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_{10}] \cdot \text{Fe}_3(\text{OH})_6$ . Traubige, radial blätterige und schalige Massen;  $D = 3.2$ . – Bildet grüne Überzüge auf Quarz und anderen Mineralien, z. B. Arsenkies in hochthermalen Gängen (Penzance i. Cornwall), und ist auch eine Komponente exhalativ-sedimentärer Fe-Lagerstätten (Büchenberg bei Elbingerode, „Metachlorit“).

Die **Ferri-reichen Chlorite** entsprechen im wesentlichen den früher abgetrennten Lepthochloriten. Die „Feinkörnigkeit“ ( $\lambda\epsilon\pi\tau\acute{o}\varsigma$ ) trifft allerdings oft nicht zu. Sie umfassen: **Chamosit**, **Thuringit**, **Delessit**, **Klementit** (Abb. 231 b).

**Chamosit**, ein Ferri-Chlorit, steht dem Thuringit ganz nahe, hat aber  $\beta = 90^\circ$ . Genau dieselbe Verbindung kommt, äußerlich ununterscheidbar, in denselben Lagerstätten auch mit Kaolinstruktur vor (Berthierin). Grünlichgraue bis grün-schwarze, dichte oder kleinoolithische, auch mikroskopisch noch sehr feinkörnige Massen mit 36–42 FeO. Schichtartig im Jura von Chamoson im Wallis, a. d. Windgälle im Kanton Uri. Untergeordnet, aber allverbreitet in oolithischen Eisenerzen, z. B. in der Minette Lothringens, auch Nučic bei Prag.

**Thuringit**,  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2|\text{Al}_{1-2}\text{Si}_{3-2}\text{O}_{10}] \cdot (\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_3(\text{OH}, \text{O})_6$ .  $C_{2h}^3$ -C2/m;  $a, b, c = 5.39, 9.33, 14.10 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 97^\circ 20'$ ,  $Z = 2$ . – Meist derbe feinschuppige oder körnige Massen, pistazien- bis dunkelgrün.

$D \sim 3.2$ . Sehr stark pleochroitisch. Leicht durch Säuren zersetzt. 31–35 FeO, 12–18  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , d. h.  $\sim 40\%$  Fe und damit lokal ein sehr wichtiges Eisenerz. Bei Verwitterung zu Limonit oft weitere Anreicherung.

*Schichtartig besonders in paläozoischen Tonschiefern, z. B. oolithisch im Unter-silur von Schmiedefeld bei Saalfeld in Thüringen und im Fichtelgebirge, Sternberg, und Benešov (Bennisch) in Mähren, im Chloritgneis von Zirmsee in Kärnten.*

**Mackensit** bezeichnet einen fast Al-freien, extrem Fe-reichen Chlorit, etwa  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_6(\text{OH})_6[(\text{OH})_2|\text{Fe}_{2-1}\text{Si}_{2-3}\text{O}_{10}]$ . Derb, eisenschwarz, feinschuppig.  $D$  angeblich bis 4.9. – Gleichfalls in Mähren; ähnlich von Riekensglück bei Harzburg.

**Delessit** ist Mg-reicher Chamosit. – Als feinschuppige Wandauskleidung oder Ausfüllung von Mandeln rotliegender Melaphyre. Oberstein a. d. Nahe, Zwickau i. Sachsen. – **Klementit** ist Mg-reicher Thuringit.

**Strigovit**, von Striegau in Schlesien, ist eine Mn-haltige Varietät, etwa zwischen Chamosit und Thuringit.

**Pennantit**,  $(\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{3+})_3[(\text{OH})_2|(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] \cdot \text{Mn}_3^{2+}(\text{OH})_6$ , ist ein Mn-reicher Chlorit. Mit 39% MnO. Strukturell gleich Thuringit. Rotbraun,  $n\beta = 1.661$ . – Benallt Mine, Carnavonshire, England.

**Gonyerit** ist ein Mn, Mg, Fe-Chlorit, in dem, wie vielleicht schon im Mackensit, wegen Mangels an Al das  $\text{Fe}^{3+}$  z. T. in Tetraederkoordination eintritt.

**Cookeit**, schuppig, lichtrosa gefärbt von Varuträsk und von Hebron und Paris in Maine, ist ein Chlorit  $\text{Al}_2[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^{1-}$  mit Lagen  $[\text{LiAl}_2(\text{OH})_6]^{1+}$ . – Verwitterungsprodukt von Petalit bzw. rotem Turmalin.

**Manandonit**, lange rätselhaft, ist  $\text{LiAl}_2[(\text{OH})_2|\text{AlBSi}_2\text{O}_{10}] \cdot \text{Al}_2(\text{OH})_6$ ;  $a, b, c = 5.23, 8.92, 14.11 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 97^\circ 45'$ ,  $Z = 2$ . – Ähnelt in Aussehen und Vorkommen den Li-Glimmern sehr, ist aber  $\oplus$ ; weiß. – Manandona Tal, Mt. Bity, Madagaskar.

**Kämmererit**, ein Pennin, bei dem Al überwiegend durch Cr vertreten wird (5%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), entsteht auf Chromit bei der Umwandlung von Olivingesteinen zu Serpentin. Meist dünne Häute und Harnische, gelegentlich bis 1 cm große prächtig pfirsichblütenrote XX. – Gelegentlich in allen Chromitgebieten. Neben Uwarowit von Syserts bei Swerdlowsk; Guleman, Anatolien; Shetlandinseln usw. – **Kotschubeit** ist ein ähnlich entstandener, mehr karminroter Cr-Klinochlor. Karkadinsk im Süd-Ural.

#### Nickelchlorite:

**Schuchardt** ist ein Ni-Pennin mit  $\text{Ni} < \text{Mg}$ . Frankenstein, Schlesien.

**Nimit** hat  $\text{Ni} > \text{Mg}$ ;  $a, b, c = 5.32, 9.21, 14.30 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 97^\circ 06'$ . Gelbgrün. – Barberton, E-Transvaal.

#### e) Kaolin-Serpentin-Familie.

Die **Kaolin**-Mineralien sind dioktaedrische, die **Serpentin**-Mineralien trioktaedrische Phyllosilikate mit einfachen  $\text{Si}_4\text{O}_{10}$ -Netzen (Abb. 227 e), also nicht mit Doppelnetzen wie im Pyrophyllit etc. (Abb. 227 a–d). Die Tetraederspitzen zeigen mit ihren freien Valenzen alle in die gleiche Richtung (in Abb. 234 nach unten); die oktaedrische Koordination von Al in den Kaolin-Mineralien, bzw. Mg in den Serpentinmineralien, kommt dadurch zustande, daß zu je 2 Sauerstoffen (der Tetraederspitzen) 4 OH hinzutreten, wodurch einfache, valenzmäßig abgesättigte Schichten  $\text{Al}_2^{6+}[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}] = \text{Kaolinit}$  (dioktaedrisch) und  $\text{Mg}_3^{6+}[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}] = \text{Serpentin}$  (trioktaedrisch) entstehen<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Die Bezeichnung „Kandit“ für Kaolinit, Nakrit, Dickit, Halloysit etc. hat sich nicht eingebürgert.

**Kaolinit etc.**

Wasserhaltige reine Tonerdesilikate, die teils deutlich kristallin, teils extrem feinkörnig und wenigstens ursprünglich gelförmig ausgeschieden sind. Sie entstehen meist bei Verwitterung und thermaler Zersetzung Al-reicher Gesteine über ionare Lösungen. Sie umfassen: Kaolinit, Dickit, Nakrit, auf die sich die Unzahl von beschriebenen Spezies der Kaoline reduzieren läßt (nach ROSS & KERR). Der Wassergehalt entweicht erst beim Glühen. Diese Mineralien haben zwar nahe verwandte Eigenschaften, die Röntgenuntersuchung spricht aber für ihre Selbständigkeit. Die chemische Zusammensetzung  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  oder strukturell  $\text{Al}_4[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  ist überall dieselbe (s. u.)

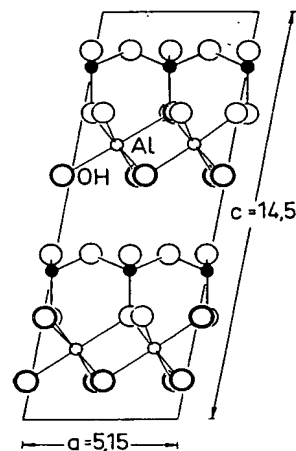


Abb. 234. Struktur von Kaolinit.

**Kaolinit** (Kaolin, Porzellanerde z. T.).  $\text{Al}_4[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ .

Triklin,  $C_1^1\text{-P}\bar{1}$ ;  $a, b, c = 5.14, 8.94, 7.37 \text{ \AA}$ ,  $\alpha, \beta, \gamma = 91^\circ 48', 104^\circ 52', 89^\circ 56'$ ,  $Z = 1$ . – XX bilden dünne pseudohexagonale Plättchen von geringer Größe mit  $\{001\}$ ,  $\{110\}$  und  $\{010\}$ ; verbreitet sind lockere dichte feinschuppige oder erdige Massen. Pseudomorphosen nach verschiedenen tonerdereichen Silikaten sind häufig.

#  $\{001\}$  vollk., Spaltplättchen biegsam. Aggregate haben erdig-muscheligen Bruch.  $H = 1$ ,  $D = 2.6$  in XX, in Aggregaten herunter bis 2.1. – XX haben Perlmggl., sonst matt. Weiß, gelb, grünlich, bläulich. Doppelbrechung gering, viel schwächer als am Muskovit oder Talk;  $n_\alpha, n_\beta, n_\gamma \sim 1.561, 1.565, 1.566$ ,  $2V = 24-50^\circ$ ,  $\ominus$ . Auslöschungsschiefe  $\alpha$   $1-4^\circ$  schief zu  $\{001\}$ . Je nach dem Zusammenhalt mager oder fettig anzufühlen; die erdigen Abarten werden mit Wasser plastisch, die ganz reinen, aus deutlichen Schüppchen aufgebaut oder völlig dicht, zerfallen bröckelig, werden aber nach feinem Zermahlen ebenfalls plastisch.

$39.5 \text{ Al}_2\text{O}_3, 46.5 \text{ SiO}_2, 14 \text{ H}_2\text{O}$ . – V. d. L. unschmelzbar;  $\text{H}_2\text{O}$  entweicht erst bei Glühen auf  $390-450^\circ$ ; von Salzsäure unvollständig, von konzentrierter Schwefelsäure völlig zersetzt.

**Dickit**, Zus. wie Kaolinit. Monoklin,  $C_2^2\text{-Cc}$ ;  $a, b, c = 5.14, 8.94, 14.74 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 103^\circ 35'$ ,  $Z = 2$ . – Aussehen und Eigenschaften ganz wie bei K.;  $n_\alpha, n_\beta, n_\gamma = 1.560, 1.561, 1.566$ ,  $2V = 50-80^\circ$ ,  $\oplus$ ,  $\gamma$   $15-20^\circ$  schief zu  $\{001\}$ .

Entwässerungstemperatur  $510-575^\circ$ , auch Bildungstemperatur höher.

**Nakrit**, Zus. wie Kaolinit. Monoklin,  $C_2^4Cc$ ;  $a, b, c = 8.91, 5.14, 15.70 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 113^\circ 42'$ ,  $Z = 2$ . – Öfters mit bloßem Auge als kristallin erkennbar, sonst wie Kaolinit. Weiß, gelblich auch grünlich bis lichtblau.  $n_a, \beta, \gamma = 1.557, 1.562, 1.563$ ,  $2V = 0-40^\circ$ ,  $\Theta. \alpha 10-12^\circ$  schief zu  $(001)$ .

*Vorkommen.* Kaolinit, Dickit und Nakrit greifen in Bildungstemperaturen und Vorkommen stark ineinander, doch ist Kaolinit meist bei Oberflächentemperatur durch Verwitterung oder Thermen niedriger Temperatur, Dickit hydrothermal, Nakrit am höchsten hydrothermal gebildet. Kaolinit i. e. S. ist das Hauptmineral der wirtschaftlich wichtigen Kaolinlager.

Ausgangsprodukte sind in allen Fällen Tonerdesilikate, in erster Linie die Kali- und Kalknatronfeldspäte der Granite, Porphyre usw., dann Feldspatvertreter, Nephelin, Leucit, Skapolith usw. Nakrit findet sich als späte Bildung auf allen Zinnerzgängen und anderen Erzgängen, Dickit z. B. im Nebengestein der niedrighydrothermalen Quecksilberlagerstätte von Pike Co. in Arkansas, des Bleierzganges von Grube Christian Levin bei Essen und im Witwatersrandkonglomerat. Kaolinit ist im Nebengestein von heißen Quellen, von verwitternden Sulfidlagerstätten, an Klüften in granitischen Gesteinen überhaupt, unter Bedeckung von Torfmooren und schließlich an der Tagesoberfläche selbst gebildet. Die Bildung wird anscheinend durch  $CO_2$ , Humussäuren und andere Agentien sehr beschleunigt. Oft wohl auf dem Weg über Gele gebildet. Vielfach vermengt mit anderen Substanzen, namentlich mit Gelen der Kieselsäure, der Tonerde und des Eisenhydroxids, auch mit Quarzsand, Kalk usw. (hierin die sog. „Tone“). Häufig umgelagert als Gemengteil (Bindemittel) von Sandsteinen (Kaolinsandsteine) usw.

1. Einzelvorkommen aufzuzählen, ist unmöglich. Erwähnt seien: „Pholerit“, lagenförmig zwischen Schiefern von Neurode in Schlesien und Zwickau in Sachsen. Nakrit von den Zinnerzgängen des Erzgebirges, von Cornwall u. a.

2. Kaolin oder Porzellanerde ist eigentlich eine Gesteinsbezeichnung für Gemenge von Kaolinit, Dickit, Nakrit und schlecht definierten gelförmigen Tonerdesilikaten (Allophanen). Locker, zerreiblich, mit erdigem Bruch; mager anzufühlen und meist mit Wasser plastisch werdend. Entsteht aus vielen Gesteinen in bauwürdigen Mengen. Große Vorkommen hochwertiger Kaoline können sehr große wirtschaftliche Bedeutung haben. Die wichtigsten in Europa sind böhmische Vorkommen, bes. der Gegend von Karlsbad (Zettlitz), sowie die großen Vorkommen von Carclaze u. St. Austell, Cornwall (china clay). Bekannt sind weiter die aus Pechstein entstandenen von Morl bei Halle und Meißen in Sachsen, aus Skapolithfels bei Passau; aus Granit vielorts: Tirschenreuth und Schnaittenbach-Hirschau in Bayern, Aue bei Schneeberg in Sachsen, Strehlen in Schlesien, aus Gneis zu St. Yrieux bei Limoges. – Die mit allen möglichen Substanzen, namentlich Sand, Kalk, Eisenoxiden usw., vermengten Kaoline nennt man, soweit sie plastische Eigenschaften haben, Kaolintone und bei stärkerer Verunreinigung Lehm und Lehmergel; allerdings können „Lehme“ usw. auch kaolinfrei sein und statt dessen feinstblättrigen Glimmer, Montmorillonit u. ä. führen.

„Fireclay-Mineral“ wird die Hauptkomponente eines feuerfesten Tones aus Yorkshire und Irland genannt, die dem Kaolinit entsprechende Lagen, diese aber in ungeordneter Folge, enthält (disordered).

#### Allophangruppe.

Amorphe wasserhaltige Tonerdesilikate  $x Al_2O_3 \cdot y SiO_2 \cdot z H_2O$ ,  $x : y \sim 1 : 1$ . Das meiste, was früher als Allophan bezeichnet wurde, ist röntgenographisch kristallin und bei anderen Mineralien eingereiht. Es wurden auf Grund von Analysen und kleinen Abweichungen in den Eigenschaften zahlreiche „Arten“ unterschieden, auf deren Selbständigkeit aber bei



ihrer Gelnatur nicht viel Gewicht zu legen ist. Die Zusammensetzung, namentlich der Wassergehalt, ist nicht konstant; dazu enthalten sie oft auch noch andere Substanzen, wie Kalk, Alkalien, Eisenhydroxid usw. In Säuren sind sie leicht löslich. Ein Teil zerfällt im Wasser bröckelig, ein anderer Teil wird plastisch (Allophanone). Verwitterungsprodukte von Silikatgesteinen und Bestandteile des lehmigen oder tonigen Ackerbodens; da sie hier Alkalien und Kalk absorbieren, hat man sie dann, recht irreführend, als „Bodenzeolithe“ bezeichnet. Durch ihre stetige Vermengung mit kristallinen Kaolinmineralien wird die Grenze verwischt, manches dürfte auch mit Bauxit zu vereinigen sein.

Reiner **Allophan** ist derb in nieren-, traubigen und stalaktitischen Formen und als Überzug, mit opalartigem Aussehen. Br. muschelrig; spröde.  $H = 3$ ,  $D = 1.9$ . Glasgl. Farblos, weiß oder verschieden gefärbt, isotrop,  $n \sim 1.48$ . – V. d. L. unschmelzbar, von Säuren zersetzt. Gräfenthal bei Saalfeld, Großarl in Salzburg. – Zu Allophan gehören: **Tornieilit**, von Tornieila i. d. Toskana, und **Kollyrit**, von Weißenfels in Sachsen, **Banská Štiavnica** (Schemnitz) und **Hodritsch** in der Slowakei, **Ezquerria** in den Pyrenäen.

**Hisingerit** ist ein  $Fe^{3+}$ -Analogon der Allophane. Pechschwarz mit glasartigem Bruch und nur in feinsten Splittern grünlichbraun, ebenso im Strich. Der  $H_2O$ -Gehalt und damit die Eigenschaften schwanken sehr. Spröde,  $H = 3$ ,  $D \sim 2.6-3.1$ . Isotrop,  $n$  bis 1.66. Recht verbreitet, z. B. als Unterlage von **Cronstedtit**. Z. B. von **Långban**; **Waldsassen** usw. – Viele „Hisingerite“ sind schon anisotrop. – **Cambyt** soll zu Hisingerit gehören, doch enthält er viel  $Fe^{2+}$ , ist oft kristallin (Wilmington, Delaware), hat kleineres  $n$  ( $\sim 1.580$ ) und ist meist feinerdig.

### Serpentin-Reihe: Serpentine, Nickelserpentine, „Septechlorite“.

Ein Umsetzungsprodukt des Olivins und vieler anderer Mg-Silikate unter  $H_2O$ -Zufuhr bilden die „Serpentine“. Mikroskopisch ist erkennbar, daß sie aus zwei (oder mehr) Komponenten in wechselnder Menge bestehen, dem **Blätterserpentin** = **Antigorit** und dem **Faserserpentin** = **Chrysotil**. Beide wurden für selbständige Mineralien ganz verschiedener Struktur gehalten (Chlorit- bzw. Hornblende-ähnlich). Tatsächlich liegt in beiden Fällen eine Kaolinstruktur vor (mit  $\frac{3}{4}$  besetzten Oktaederplätzen!). Im Zusammenhang damit, daß durch die Ionenradien auf beiden Seiten des Gitterpakets ( $MgO_6$ -Oktaeder bzw.  $SiO_4$ -Tetraeder) die Abstände nicht genau passen, besteht die Neigung dieser Pakete, sich zu krümmen oder zu rollen. Das geschieht ganz regelmäßig in 2 verschiedenen Formen:

a. In wellblechartiger Form, wodurch, im großen gesehen, Blätter entstehen = **Antigorit**.

b. Durch Einrollung zu Röhrchen, die sehr feine, aber immerhin in geeigneten Schnitten im Elektronenmikroskop deutlich als Röhrchen und Spiralen erkennbare Fasern von großer Festigkeit darstellen = **Chrysotil**. Die Faserachse ist im allgemeinen  $a$ , selten  $b$  (**Parachrysotil**). – Es kommt aber auch vor, daß die Röhrchen mit amorphem Material erfüllt sind.

Die Serpentine sind Mg- und MgAl-Mineralien, es gibt aber  $Fe^{2+}$ -, Ni-, Mn-haltige, wie auch diese Kationen überwiegend führende Glieder, die an die Mg-Analoga anzuschließen wären, z. T. aber aus Zweckmäßigkeitsgründen nach Kationen zusammengefaßt werden. Die „Septechlorite“ sind chloritähnlich aussehende Mineralien mit  $c \sim 7 \text{ \AA}$  (daher der Name), d. h. mit Antigoritstruktur.

### Serpentin:

- a) **Antigorit**. Monoklin, ( $C_2^1$ -Cm);  $a, b, c = 5.30, 9.20, 7.46 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 91^\circ 24'$ ,  $Z = 1$ .
- b) **Chrysotil**. Monoklin, ( $C_2^1$ -Cc);  $a, b, c = 5.34, 9.25, 14.65 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 93^\circ 16'$ ,  $Z = 2$ . – Als polytype Strukturvarianten gibt es zu a) **Orthoantigorit** und **Lizardit**, zu b) **Orthochrysotil**.

Serpentin ist nur in mikrokristallinen Aggregaten bekannt, meist völlig dicht, mikroskopisch blätterig oder faserig. Kompakte riesige Gesteinsmassen bis zu

feinen Sprungfüllungen. Oft in Pseudomorphosen nach Olivin und anderen Mg-Silikaten.

# (001) bei Antigorit, faserige Teilbarkeit bei Chrysotil, meist Br. muschelrig oder splitterig; mild, politurfähig.  $H = 3-4$ , schwer bestimmbar, durch Verkieselung zuweilen härter.  $D = 2.5-2.6$ . Matt oder schimmernd. Durchscheinend bis undurchs. Überaus mannigfach gefärbt; geadert und farbig geflammt; namentlich vorherrschend grüne Farben in allen Abstufungen, ferner fast weiß, gelbbraun, rotbraun und schwarz. Antigorit:  $n_{\alpha}, \beta, \gamma = 1.557, 1.566, 1.571$ ,  $2V \sim 60^\circ$ ,  $\Theta$ . Chrysotil:  $n_{\alpha}, \beta, \gamma \sim 1.540, ?, 1.550$ ,  $2V ?$ ,  $\Theta$ ; gerade Auslöschung der Fasern; Pleochroismus bei beiden gering.

Enthält gewöhnlich FeO, öfters auch etwas NiO; theor.  $43.48 \text{ SiO}_2$ . – V. d. L. sehr schwer und nur in den feinsten Splittern schmelzbar. Von Säuren unter Abscheidung schleimiger  $\text{SiO}_2$  zersetzt.

*Serpentin tritt gesteinsbildend auf und findet sich namentlich in Gebieten kristalliner Schiefer in Lagern, Stöcken, Gängen und eingesprenkt. Zum größten Teil aus der durch magmatisches oder Tiefenwasser bewirkten Zersetzung basischer, namentlich olivinhaltiger Magmagesteine hervorgegangen, so aus Gabbro, Peridotit, Diabas usw.; in anderen Fällen aber auch durch Umwandlung durch heiße,  $\text{SiO}_2$ -haltige Lösungen. Die Texturen der Ausgangsgesteine sind oft gut erhalten und Verdrängungsreste vorhanden. – Sehr weite Verbreitung, insbesondere von Chrysotil; Antigorit ist seltener: Val Antigorio, Piemont, Italien; Sprechenstein bei Sterzing, Tirol; u. v. a. – Praktisch werden unterschieden:*

1. **Edler Serpentin**. Dicht und homogen aussehend. Durchscheinend in lichten Farben von zartgelb bis lichtgrün. Meist in Marmoren. Hierin auch Pseudomorphosen nach Chondroit, Olivin (Smaragd), Augit, Hornblende, Monticellit (Monzoni). – Zu kunstgewerblichen Gegenständen verarbeitet ebenso wie

2. **Gemeiner Serpentin**. Dicht. Trüb und oft fleckig, meist grauoliv gefärbt. In großen Massen aus Olivingesteinen entstanden. Weltweit verbreitet, z. B. Skandinavien, Alpen, Ural, Canada, USA, S-Afrika, China, Australien, Neu-Seeland. Zöblitz i. Sachsen, Cape Lizard in Cornwall u. Epinal i. Frankreich sind technisch genutzte Vorkommen.

3. **Chrysotilasbest**, auch **Serpentinasbest** oder **Asbest** schlechthin. Parallelfaserige Massen von schimmerndem Seidenglanz, lichtgelb, braungelb, lichtgrün. Die Fasern stehen bei den technisch allein brauchbaren und in riesigem Umfang abgebauten Sorten senkrecht zu den Klüften im gemeinen Serpentin (Querfaserasbeste). Ihre Bewertung erfolgt nach Faserlänge und Spinnfähigkeit. Die größte Faserlänge ist etwa 10 cm, meist 1–2 cm, aber auch noch viel kürzere Sorten sind, evtl. als Nebenprodukt, gewinnungsfähig. – Große bauwürdige Lagerstätten sind: Thetford, Quebec in Canada; Barberton i. Transvaal; Shabani in Rhodesien; verschiedene Vork. im Ural; Brasilien; sie decken im wesentlichen den beträchtlichen Weltbedarf. Weltjahresproduktion über 5 Mill. t.

**Längsfaserasbeste**, meist auf Rutschflächen im Serpentin, können sehr langfaserig werden, sind aber unbrauchbar. Vork. z. B. Taberg in Wermland, Reichenstein in Schlesien. – Ein Teil des „**Bergleders**“ (Bergkork, Bergholz, Xylotil), z. B. aus vielen alpinen Vorkommen, gehört hierher (ein anderer zu Strahlstein und Palygorskite).

Chrysotilasbest wird zu feuerfesten Gespinsten, gepreßten Isolatoren (Wärme, Elektrizität), Füllmasse für Gummisorten, insbesondere für „Eternit“ (Asbestzement), u. v. a. gebraucht.

**Gymnit** (Deweylith) ist ein scheinbar amorpher, trübem eingetrocknetem Leim ähnlicher, röntgenographisch aber kristalliner Serpentin. Bruch muschelrig, rissig und spröde. Oft sehr licht gefärbt. – V. d. L. zerspringend. In vielen Serpentinegebieten. Einige Varietäten könnten wie Allophan noch amorph sein, so z. B. **Kolskit**, weiße, erst an der Luft hart werdende Massen von Chabosero, Kola.

Durch Verwitterung des Serpentin entstehen die meisten der sonstigen, im nachfolgenden beschriebenen Glieder dieser Gruppe; außerdem Magnesit, Chalcidon, Opal.

**Greenalith**,  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_{<6}[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ . Monoklin;  $a, b, c = 5.54, 9.59, 7.19 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 90^\circ$ ,  $Z = 1$ . – Meist mikroskopisch feinschuppig; äußerlich oft dem Glaukonit ähnlich, aber ohne K und nicht so grasgrün.  $D = 3.3$ . Meist scheinbar isotrop durch Feinkörnigkeit;  $n \beta \sim 1.674$ . – In Lagen und Oolith-artigen Körnern. Hauptkomponente der grünen Greenalithschiefer im Präcambrium westlich des Lake Superior (Mesabi Range, Minnesota), wo sie allein oder mit Magnetit riesige Lagerstätten bilden. Die reichsten Abbauerze entstehen erst sekundär durch Wegführung von  $\text{SiO}_2$ . Sicher viel weiter verbreitet.

**Berthierin**,  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Mg})_6[(\text{OH})_8|\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_{10}]$ . Monoklin,  $C_s\text{-Cm}$ ;  $a, b = 5.41, 9.33$ ,  $c \cdot \sin \beta = 7.04 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 104^\circ 30'$ ,  $Z = 1$ . – Vorkommen wie Chamosit.

**Fraipontit**,  $\text{Zn}_{4.7}\text{Al}_{1.3}[(\text{OH})_8|\text{Al}_{1.3}\text{Si}_{2.7}\text{O}_{10}]$ . Monoklin;  $a, b, c = 5.37, 9.25, 7.27 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 103^\circ 33'$ . – Talkartig anzufühlende schuppige Aggregate auf Smithsonit. Farblos;  $n \beta = \gamma = 1.624$ ;  $2V \sim 18^\circ$ ,  $\ominus$ . – Moresnet, Belgien.

**Amesit**,  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Al}_2[(\text{OH})_8|\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ . Monoklin, durch Überstruktur hexagonal. Lichtgrüne, talkähnliche Massen, also ein Blätterserpentin. Meist neben Al-reichen Mineralien. – Ähnlich ist **Jenkinsit**, Monroe, Orange Co., New York.

**Kellyit** (2H).  $(\text{Mn}, \text{Al})_6[(\text{OH})_8|\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ ; Mn-Analogon des Amesit. Hexagonal,  $C_6\text{-P6}_3$ ;  $a, c = 5.44, 14.04 \text{ \AA}$ ; damit polytyp Kellyit (6 H). – Mit Galaxit, Jakobsit, Alleghanyit, Sonolith, Kutnahorit u. a. Mn-Mineralien. Bald Knob Mn-Mine, Sparta, N-Carolina.

**Grovesit**,  $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Al})_6[(\text{OH})_8|(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}]$ .  $D = 3.15$ , braunschwarz;  $n \epsilon, \omega = 1.658, 1.667$ . Sehr stark pleochroitisch. – Benallt Mine, Rhiw, Wales.

**Cronstedtit**,  $\text{Fe}_4^{2+}\text{Fe}_2^{3+}[(\text{OH})_8|\text{Fe}_2^{3+}\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ . Monoklin,  $C_s\text{-Cm}$ ;  $a, b, c = 5.49, 9.51, 7.32 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 104^\circ 31'$ ,  $Z = 1$  (auch hexagonale „polytypes“ mit  $c \sim 3x, 6x, 9x \times 7 \text{ \AA}$ , u. a.).  $\text{Fe}^{3+}$  an Stelle von Si in den Tetraedern! – Sechs- oder dreiseitige Pyramiden, auf der einen Seite durch die Basis abgeplattet, auf der anderen spitz auslaufend. Gewöhnlich nieriige radial faserige Aggregate.  $\# (001)$  vollk.  $H = 3\frac{1}{2}$ ,  $D = 3.3$ . Starker Glasgl. Tiefschwarz, in dünnen Plättchen tiefgrün;  $n \beta = 1.80$ ,  $\ominus$ . Str. dunkelgrün. – Auf Erzgängen. Příbram und Kutnahora, ČSSR; Herja, Rumänien; Truro, Cornwall; Ouro Preto, Brasilien. – **Lillit** ist ihm ähnlich. – **Baumit** enthält (Mn, Zn);  $c \sim 7.2 \text{ \AA}$ ; Franklin, New Jersey.

**Nickelserpentine: Garnierit, Nepouit, Pecorait.**

**Garnierit** (Noumeait).  $(\text{Ni}, \text{Mg})_6[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ .

Nach der Struktur ein „Ni-Chrysotil“. Keine Kristalle; gelförmig gefällt, mikroskopisch subparallele Faseraggregate mit achatartiger Bänderung. Bruch muscheliger oder eben, scharfkantig.  $H = 2\text{--}4$ ,  $D = 2.2\text{--}2.7$ . Optisch zweiachsig,  $n \beta \sim 1.63$ ,  $\oplus$ . Smaragdgrün, gelbgrün, blaugrün.

Der Ni-Gehalt schwankt zwischen 4 und 30 %; entsprechend seiner Entstehung oft stark verunreinigt.

*Entsteht aus Olivengestein bei tropischer Verwitterung unter starker Anreicherung der kleinen Ni-Gehalte. Daneben bilden sich die auf S. 758 genannten Ni-Chlorite, oft auch Limonit und Asbolan. – Recht verbreitet, reichlich besonders in vielen Vorkommen von Neu-Caledonien, weiter in Brasilien, Celebes, Philippinen, Oregon u. a.*

**Nepouit** ist nach SPANGENBERG ein Ni-Antigorit  $(\text{Ni}, \text{Mg})_6[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ , Genethit ein z. T. noch amorpher, sonst aber dem Garnierit äußerst ähnlicher Ni-Gymnit. – Auf Chromit von Texas, Pa.; auf Serpentinabest von Saas Fee, Wallis, usw.

**Pecoraït**,  $\text{Ni}_6[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ . Isotyp mit Klinochrysotil. – Grüne Körnchen, bis 5 mm im Durchmesser;  $n_\alpha, \gamma \sim 1.565, 1.603$ . – Mit Cassidyit, Reevesit u. a. in Rissen des Wolf-Creek-Meteoriten, Australien.

**Anmerkung.** Die Gruppe der Nickelchlorite (S. 758) und Nickelserpentine stellt eine wichtige Quelle für Ni dar. Zur Zeit mögen  $\sim 100\,000$  t Ni jährlich, d. h.  $\frac{1}{2}$  der Ni-Produktion, solchen Lagerstätten entstammen (vorwiegend Neu-Caledonien).

#### f) Hydro-Kaoline und Hydro-Serpentine.

**Halloysit** („Endellit“),  $\text{Al}_4[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Die Struktur enthält zwischen kaolinitähnlichen Schichten locker gebundenes Wasser.  $C_2^3\text{-Cm}$ ;  $a, b, c = 5.2, 8.9, 10.2 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 100^\circ 12'$ ,  $Z = 1$ . Bei Erhitzung auf  $50^\circ$  gibt er sprunghaft und irreversibel  $4\text{H}_2\text{O}$  ab. Es entsteht der kaolinitähnliche **Metahalloysit** mit  $c \sim 7.7 \text{ \AA}$ . Die natürlichen „Halloysite“ sind meist Gemenge von Halloysit und Metahalloysit. Die Doppelbrechung ist bei ihnen sehr gering;  $n_\beta = 1.53$  bzw.  $1.55$ .

Knollig, erdig; Bruch muschelig.  $H = 1-2$ ,  $D = 2.0-2.2$ . Wachsartig schimmernd, bei Wasserdurchtränkung oft durchscheinend. – Weiß, bläulich, grünlich oder bräunlich.

Äußerst verbreitet in Tönen und Erden aller Art.  $D$  ist wesentlich geringer als bei den eigentlichen Kaolinmineralien. Oft besonders rein neben Galmei im Lösungsrückstand von Kalksteinen. Angleur bei Lüttich (sog. Galapektit), Altenberg bei Aachen, Tarnowitz in Schlesien; vielfach in den USA. Ein Teil von Bolus (S. 753) gehört zu Halloysit. – „Glagerit“ von Bergnersreuth bei Wunsiedel ist Halloysit mit Röllchentextur.

Hydro-Serpentine sind bisher nicht bekannt.

#### Phyllosilikate mit anderen Einfachschichten

#### g) Pyrosmalith-Reihe: Pyrosmalith, Schallerit, Friedelit, Bementit.

**Pyrosmalith**,  $(\text{Mn}, \text{Fe})_8[(\text{OH}, \text{Cl})_{10}|\text{Si}_6\text{O}_{15}]$ . Trigonal,  $D_{3d}^1\text{-P}\bar{3}m1$ ;  $a, c = 13.44, 7.20 \text{ \AA}$ ,  $Z = 2$ . – Tafelige oder säulige, aufgewachsene XX,  $\{0001\}$ ,  $\{10\bar{1}0\}$ , seltener mit  $\{10\bar{1}1\}$ . Derb und in körnigen Aggregaten. #  $(0001)$  vollk., spröde.  $H = 4-4\frac{1}{2}$ ,  $D = 3-3.2$ . Metallischer Perlmggl., sonst Fettgl., durchscheinend bis undurchs. Leberbraun bis olivgrün;  $n_\epsilon, \omega = 1.64, 1.68$ . Str. hellgrün. Schmilzt v. d. L. leicht zu schwarzer Perle. – Nordmarken bei Filipstad in Wermland, Dannemora; Namibgrube b. Swakopmund; am besten in Broken Hill, Australien.

**Schallerit**,  $\text{Mn}_8[(\text{OH})_{10}|\text{Si}_6\text{O}_{15}]$ .  $C_{3v}^1\text{-P}\bar{3}m1$ ;  $a, c = 13.43, 14.31 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ . – Lichtbraune Massen. #  $(0001)$ .  $D = 3.37$ ;  $n_\epsilon, \omega = 1.679, 1.704$ . – Franklin, N. J.

**Friedelit**,  $(\text{Mn}, \text{Fe})_8[(\text{OH}, \text{Cl})_{10}|\text{Si}_6\text{O}_{15}]$ .  $D_{3d}^3\text{-P}\bar{3}m1$ ;  $a, c = 13.40, 21.43 \text{ \AA}$ ,  $Z = 6$ . – XX tafelig nach  $(0001)$ . Gewöhnlich derb, rhodonitähnlich.  $D = 3.07$ . Rosenrot;  $n_\omega = 1.664$ . – Neben Mangancarbonat und -silikat. In abbauwürdiger Menge zu Adervielle, Pyrenäen; Harstiggrube bei Pajsberg in Wermland; Franklin, New Jersey; Eureka, Colorado; Kyurazawa Mine, Tochigi, Japan.

**Bementit**,  $\text{Mn}_8[(\text{OH})_{10}|\text{Si}_6\text{O}_{15}]$ . Orthorhombisch;  $a, b, c = 14.5, 17.5, 29.1 \text{ \AA}$ . Zerreibliche, sternförmige faserige Massen; blaßgraugelb, etwas karpholithähnlich.  $D = 3.0$ ;  $n_\beta = 1.632$ ,  $\oplus$ . – Als Verwitterungsprodukt von Tephroit; Franklin, N. J., mehrere Gruben in Japan; Minas Gerais, Brasilien.

**Naujakasit**,  $\text{Na}_4\text{Fe}^{2+}\text{Al}_4\text{H}_4\text{Si}_8\text{O}_{27}$  (?). Pseudohexagonal;  $a, b, c = 15.09, 8.00, 19.5 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ . – Perlweiße Plättchen mit glimmerartiger #;  $n_\alpha, \beta, \gamma = 1.537, 1.550, 1.556$ ,  $2V \sim 60^\circ$ ,  $\ominus$ . – Mehrere Vorkommen in zersetzten Alkalisyeniten von Grönland und Kola.

**h) Palygorskit-Sepiolith-Gruppe.** Die hierher gehörenden Mineralien haben zwar  $(\text{SiO}_4)$ -Tetraederschichten, dazu aber ein faseriges Bauelement (pyroxenähnlich)  $\parallel a$ . Ferner enthalten sie sowohl koordinativ ( $\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) als auch zeolithartig gebundenes und demnach leicht austauschbares Wasser ( $+ 2$  bis  $4\text{H}_2\text{O}$ ). – Äußerlich sind diese Mineralien sehr unscheinbar, feinerdig, faserig bis seifig kompakt.

**Palygorskit**,  $(\text{Mg}, \text{Al})_{-2}[\text{OH}(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}]$ . Monoklin,  $a, b, c = 5.2, 2 \times 9.0, 13.4 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 2$ . – Feinstkörnige Massen, die durch die Wasseraustauschmöglichkeit Walkerdeigenschaften haben. Identisch ist *Attapulgit* von Attapulgis in Georgia. – Wegen des wechselnden  $\text{H}_2\text{O}$ -Gehaltes und adsorbierter Fremdsubstanzen sind schwer Daten über die Eigenschaften zu geben. – Es gibt auch einen *Ferri-Palygorskit*. – Ein Teil von Bergleder, Bergkork, Bergholz gehört hierher. – *Yofortierit*, ein Mn-Palygorskit, bildet bis 3 cm lange rosaviolette Fasern,  $H = 2\frac{1}{2}$ ;  $n_\alpha, \gamma = 1.530, 1.559$ . – Mt. St. Hilaire, Canada.

**Sepiolith** (Meerschaum),  $\text{Mg}_4[(\text{OH})_2(\text{Si}_6\text{O}_{15}) \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}_2\text{O}]$ . Orthorhombisch,  $D_{2h}^{6-}$  Pncn;  $a, b, c = 5.28, 26.8, 13.4 \text{ \AA}$ ,  $Z = 2$ . – Makroskopisch kryptokristallin, mikroskopisch und besonders elektronenoptisch flach linealförmig. Feinerdige derbe oder knollige Massen. Br. flachmuschelig.  $H = 2-2\frac{1}{2}$ ,  $D = 2$ , schwimmt aber seiner Porosität wegen auf Wasser. Stark an der Zunge klebend; matt, undurchsichtig. Seifig und weich, wenn bergfeucht; sonst fest und härter. Reinweiß oder gelblich, grau, rötlich. Gemenge feinsten Nadelchen ( $\alpha$ -Sepiolith) und einer anscheinend amorphen Masse ( $\beta$ -Sepiolith);  $n = 1.53$ ,  $\Theta$ . – Durch Salzsäure zersetzt. Gelegentliches Verwitterungsprodukt des Serpentin neben Magnesit und Opal. Hauptvorkommen (technisch allein wichtig) Eskischehir in Kleinasien (Anatolien) in einer milden tuffartigen Serpentinbreccie. Andere Fundorte sind Burssa, Kiltschik und auf Samos; die Krim, Hrubschitz in Mähren, Vallecas bei Madrid; Chester und Delaware Co., Pa.

**Ferrisepiolith** (Gunnbjarnit, Xylotil z. T.) hat neben Mg erhebliche Mengen von  $\text{Fe}^{3+}$  und  $\text{Fe}^{2+}$ , z. B. Grönland.

**Falcondoit**,  $(\text{Ni}, \text{Mg})_4[(\text{OH})_2(\text{Si}_6\text{O}_{15}) \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}_2\text{O}]$ , grünlich, ist das Ni-Analogon. – Bonao, Dominikan. Rep.

**Loughlinit**,  $\text{Na}_2\text{Mg}_3[(\text{OH})_2(\text{Si}_6\text{O}_{15}) \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}_2\text{O}]$ , dem Sepiolith nahe verwandt, bildet weiße seidige Fasern,  $n_\beta = 1.505$ ,  $\Theta$ . – Aus dolomitischem Ölschiefer, Sweetwater Co., Wyo., neben Shortit u. Searlesit.

**Calcium-Phyllosilikate**. Gruppe nahverwandter und sehr ähnlicher Mineralien, die z. T. in abbindenden Zementen eine große Rolle spielen. Sie sind teils hexagonal, teils rhomboedrisch.

**Reyerit**,  $\text{Ca}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Trigonal,  $C_{3i}^-P\bar{3}$ ;  $a, c = 9.72, 18.71 \text{ \AA}$ ,  $Z = 6$ . – Weiße Täfelchen,  $n_\beta \sim 1.55$ ,  $H = 2\frac{1}{2}$ ,  $D = 2.5$ . – Wie die übrigen Glieder meist aus Kalkeinschlüssen in Basalten. Workotsch b. Aussig, Grönland, Skye, Crestmore, auf der Goldlagerstätte Redjang Lebong („Truscottit“).

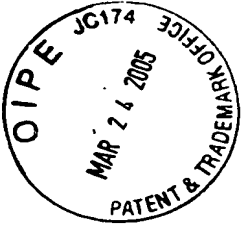
**Gyrolith**, Trigonal;  $a, c = 9.80, 22.08 \text{ \AA}$ ,  $Z = 6$ . Auch hexagonal;  $a, c = 9.72, 6 \times 22.13 \text{ \AA}$ ,  $Z = 36$ . – Gewissermaßen ein durch  $\text{H}_2\text{O}$  expandierter Reyerit. „Centrallasit“ ist dasselbe. – Von Schottland, Grönland, Nova Scotia, Californien, Indien.

**Zeophyllit**,  $\text{Ca}_4[\text{F}_2](\text{OH})_2(\text{Si}_3\text{O}_8) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ . Trigonal;  $a, c = 9.36, 36.48 \text{ \AA}$ . – Optisch praktisch einachsige  $\Theta$ . – Auf Blasenräumen im Basalt; Großpriesen, Böhmen; vom Schellkopf bei Brenk, Eifel, der mit ihm identische „Radiophyllit“.

**Tungusit**,  $\text{Ca}_4\text{Fe}_2^{2+}[(\text{OH})_6(\text{Si}_6\text{O}_{15})]$ . Pulverdiagramm ähnlich Gyrolith. – Plättchen, bis  $\frac{1}{2}$  cm Durchmesser, radialstrahlige Krusten bildend,  $H \sim 2$ ,  $D = 2.59$ . Grün; opt.  $\Theta$ , vermutlich einachsige. – Mit Chlorit zu verwechseln. – Mit Analcim, Apophyllit, Zeolithen etc., Drusenauskleidung sphärolithischer Laven, bei Tura an der Tunguska, Sibirien.

**Cavansit**,  $\text{Ca}[\text{VO}(\text{Si}_4\text{O}_{10})] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ . Orthorhombisch,  $D_{2h}^{16-}$  Pcmn;  $a, b, c = 9.79, 13.64, 9.63 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ ,  $D_x = 2.62$ . – Nadelige XX bis 0.2 mm lang,  $\{110\}$  vorherrschend, meist radialstrahlig angeordnet. Grünblau;  $n_\alpha, \beta, \gamma = 1.539, 1.546, 1.548$ ,  $2V = 51^\circ$ ,  $\Theta$ . – Mit Heulandit, Thomsonit u. a. auf Spalten im Tuff bei Owyhee Dam und im Basalt bei Goble, beide Oregon.

**Pentagonit**,  $\text{Ca}[\text{VO}(\text{Si}_4\text{O}_{10})] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ . Orthorhombisch,  $C_{2v}^{12-}$  Ccm2<sub>1</sub>;  $a, b, c = 10.30, 14.00, 8.89 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ . – Bildet eigenartige Fünflinge mit sternförmigem Querschnitt. In allen Eigenschaften ähnlich Cavansit, aber opt.  $\Theta$ . – Vorkommen wie Cavansit.



THIS PAGE BLANK (USPTO)